



Phys. sp.

443 n

Marshall

Bayerische Staatsbibliothek



<36646169440014

DIE TIEFSEE UND IHR LEBEN.

NACH DEN NEUESTEN QUELLEN

GEMEINFASSLICH DARGESTELLT

VON

WILLIAM MARSHALL,

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.

MIT 4 TONTAFELN UND 114 ABBILDUNGEN IM TEXT.



LEIPZIG,
FERDINAND HIRT & SOHN.

1888.

ALLE RECHTE VORBEHALTEN.

Vorwort.

Nicht viele Gebiete des menschlichen Wissens haben in den letzten 20 Jahren eine so großartige Bereicherung und durchgreifende Umgestaltung erfahren, wie die Naturgeschichte des Meeres. Durch die Tiefseeforschungen ist eine neue wunderbare Welt, bevölkert mit neuen wunderbaren Gestalten den erstaunenden Augen der Menschheit erschlossen worden, — eine Welt, die wohl im Stande ist, einen jeden denkenden Menschen anregend zu interessieren und dauernd zu fesseln.

Was die körperliche und geistige Kraft von Hunderten tüchtiger Männer, vom schlichten Matrosen bis zur Koryphäe der Wissenschaft mit mühseliger Arbeit und aufopferndem Fleiße der geheimnisvollen Tiefe abgerungen hat, das gebildeten Landsleuten übersichtlich vorzuführen, ist gewiß eine lohnende Aufgabe. Bei unsern westlichen Nachbarn, bei den Franzosen und Engländern sowie bei den Amerikanern haben Gelehrte ersten Ranges, ein Perrier, ein Filhol, ein Wyville Thomson, ein A. Agassiz, es sich angelegen sein lassen, die Resultate der modernen Tiefseeuntersuchungen weiteren Kreisen der Bevölkerung zugänglich und bekannt zu machen. Bei uns in Deutschland, wo doch in Wahrheit das Interesse für Naturwissenschaften nicht minder groß ist als in irgend einem andern Kulturlande, fehlte noch ein Werk, das die überraschenden und wichtigen Erfolge der unterseeischen Forschungen dem gebildeten Laienpublikum, das gewiß ein Recht auf Belehrung auch in dieser Hinsicht hat, in gedrängter Kürze und ausgestattet mit den unerläßlich nötigen erläuternden Abbildungen übermittelte.

Die Verlagsbuchhandlung wandte sich an den Verfasser mit dem Vorschlage, diesem Mangel nach Kräften abzuhelpen. Mit Freuden ging derselbe darauf ein, denn, wenn er sich auch sagen mußte, daß eigene Anschauung in diesen Dingen ihm nicht zur Seite stände, so ermutigte ihn andererseits doch das Bewußtsein, gerade den Tiefseeforschungen in ihren allgemeinen und besonderen Errungenschaften stets mit größter Aufmerksamkeit gefolgt zu sein, — hat er sie doch zum Gegenstande akademischer Vorlesungen und öfterer öffentlicher Vorträge gemacht.

Beim Schlusse dieses Vorworts drängt es den Verfasser, dem Herrn Verleger seinen verbindlichsten Dank auch an dieser Stelle auszusprechen für das freundliche und entgegenkommende Eingehen auf seine Wünsche, namentlich auch hinsichtlich der Abbildungen. Herzlichsten Dank schuldet er auch Herrn Justus Perthes in Gotha, der ihm einige seltene und schwer zu beschaffende Werke auf das liberalste zur Verfügung stellte.

Außer einer sehr beträchtlichen Anzahl kleinerer Abhandlungen und Notizen in deutschen, englischen, französischen, skandinavischen und amerikanischen Zeitschriften wurden hauptsächlich benutzt:

- 1) Sämtliche bis jetzt erschienenen „**Reports of the scientific Results of the exploring Voyage of H. M. S. Challenger**“, Vol. I—XXV.
- 2) **Nordhavs-Expedition**, den Norske, Vol. I—XVI.
- 3) **Agassiz, A.**, Three cruises of the U. S. coast and geodetic survey Steamer Blake London 1888.
- 4) **Boguslawski, G. v.**, und **Krümmel, O.**, Handbuch der Ozeanographie, B. I und II, Stuttgart 1884—87.
- 5) **Chun, C.**, Die pelag. Tierwelt in großen Meerestiefen. Biblioth.-zoolog. Heft I, Kassel 1888.
- 6) **Delesse, M.**, Lithologie des mers de France et des mers princ. du globe, Paris 1867.
- 7) **Filhol, H.**, La vie au fond des mers (biblioth. de l. nat.), Paris 1885.
- 8) **Gümbel, K. W. von**, Grundzüge der Geologie, Kassel 1885—88.
- 9) **Perrier, E.**, Les explorations sous-marines (biblioth. des écoles et des familles), Paris 1886.
- 10) **Sigsbee, C. D.**, Memoir on deep-sea sounding and dredging, publ. by the U. S. Coast-Survey, Wash. 1877.
- 11) **Spry, W.**, die Expedition des Challenger, deutsch v. H. v. Wobeser, Leipzig 1877.
- 12) **Wyville Thomson, C.**, The depths of the sea, London 1873.
- 13) **Wyville Thomson, C.**, The voyage of the „Challenger“, the Atlantic, London 1877.
Leipzig, Anfang August 1888.

W. Marshall.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	9

Allgemeiner Teil.

Tiefseekunde (Bathyozeanographie).

Die Tiefe des Meeres und die Lotapparate	27
Die Bodenbeschaffenheit des Meeres	43
Tiefseethermometer und Tiefseetemperaturen	56
Druckverhältnisse auf dem Boden der Tiefsee	69
Chemie des Tiefseewassers	70
Das Licht und die Tiefsee	75

Zweiter Teil.

Das Tierleben der Tiefsee (Bathyzologie).

Erstes Kapitel: Der Fang der Tiefseetiere und die dabei gebräuchlichen Apparate	87
Zweites Kapitel: Allgemeine Anpassungen der Tiere an die Tiefsee	113
Drittes Kapitel: Herkunft und Verbreitung der Tiefseetiere	133
Viertes Kapitel: Die Urtiere oder Protozoën des Meeres	143
Fünftes Kapitel: Die Coelenteraten oder Hohltiere der Tiefsee.	
A. Die Schwämme (Spongiae)	155
Sechstes Kapitel: Hohltiere (Coelenterata) der Tiefsee.	
B. Polypen und Quallen (Cnidaria)	178
Siebentes Kapitel: Die Stachelhäuter (Echinodermata) der Tiefsee	212
Achtes Kapitel: Die Würmer (Vermes)	242
Neuntes Kapitel: Die Gliedertiere (Arthropoda)	255
Zehntes Kapitel: Die Mollusken und Tunicaten	283
Elftes Kapitel: Die Fische	299

Verzeichnis der Abbildungen.

	Seite.
Fig. 1. Biologisches Laboratorium auf dem Challenger	16
„ 2. Chemisches Laboratorium auf dem Challenger	17
„ 3. Die Reiseroute des Talisman	24
„ 4 u. 5. Handlote	29
„ 6. Rofs-Steilsche Tieffee-Pinzette	30
„ 7. Brooke's Tieflot	31
„ 8. Fitzgeralds Tieflot	32
„ 9. Hydralot	33
„ 10. Hydralot des Challenger	35
„ 11. Accumulator	39
„ 12. Lotapparat des Talisman	40
„ 13. Registrierapparat	41
„ 14. Fertig zum Loten	42
„ 15. Eine Heteropode (Carinaria)	51
„ 16. Eine Pteropode (Hyalea)	51
„ 17. Miller-Cafella-Thermometer	59
„ 18. Negretti-Zambra-Thermometer	60
„ 19. Negretti-Zambra-Thermometer zusammen mit Hydralot	63
„ 20. Schema zum Erklären der Beeinflussung kalter Bodenströmungen durch ein unterseeisches Quergebirge	67
„ 21. Korkscheiben, welche den Eingang zum Schleppnetz aufgesperrt halten	69
„ 22. Tieffee-Wasserschöpfer	70
„ 23. Buchanans Wasserschöpfer	72
„ 24. Photographischer Apparat zum Messen der Lichtintensität in größeren Wassertiefen nach Fol und Sarasin	76
„ 25. von Peterfens photographischer Apparat zur Messung der Lichtintensität in größeren Tiefen nach Carl Chun	79
„ 26. Austerndredfsche	89
„ 27. Dredfsche des „Blake“, ohne den äufsern Überzug	92
„ 28. Sigsbees Harkendredfsche	92
„ 29. Alte Hanfleine der Dredfsche und neue Drahtleine	93
„ 30. Großes Tieffee-Grundnetz (Modell Sigsbee-Agassiz)	95
„ 31. Schwebnetz	96
„ 32. von Peterfens Schliefsnetz nach Carl Chun	98
„ 33. Sigsbee's Quastendredfsche	101
„ 34. Dampfwinde zum Aufziehen der Grundnetze	104
„ 35. Winde zum Aufrollen der aus Stahldraht bestehenden Dredfschleine	105

	Seite.
Fig. 36. Das Trawlnetz des Talisman bereit zum Auswerfen	106
„ 37. Ankunft der Dredsche an Bord des Talisman	110
„ 38. Marquis de Folin mit seinen Gefährten untersuchen bei Kap Breton den Inhalt der Dredschen	111
„ 39. Ein Tieffseefisch (<i>Scopelus</i> s. <i>Neoscopelus macrolepidotus</i>)	114
„ 40. <i>Ethusa granulata</i> , blinde Form, aber noch mit dem ursprünglichen Stirn- stachel	125
„ 41 u. 42. Foraminiferen	145. 147
„ 43. Radiolarien	150
„ 44. Oberflächen-Radiolarien	152
„ 45. Anatomie von Kalkschwämmen	157
„ 46. Kieselkörper von Spongien	160
„ 47. <i>Ascandra pinus</i> , baumförmiger Kormus eines Kalkschwammes	162
„ 48. <i>Hyalonema toxeres</i> (Wyville Thomson)	171
„ 49. <i>Pheronema Parfaiti</i> (H. Filhol)	173
„ 50. <i>Askonema setubalense</i> (Sav. Kent)	174
„ 51. Längsschnitt durch eine Aktinie	179
„ 52. Generationswechsel eines Hydroidpolypen (<i>Syncoryne eximia</i>)	180
„ 53. Generationswechsel von <i>Bougainvillia ramosa</i> (Hydroidpolyp)	181
„ 54. Entwicklung einer Scheibenqualle (<i>Aurelia aurita</i>)	184
„ 55. Ein <i>Pagurus</i> in der Schale eines Wellhorns mit 2 <i>Sagartia parasitica</i>	188
„ 56. <i>Stephanotrochus nobilis</i> von den Azoren	192
„ 57. <i>Flabellum alabastrum</i> von den Azoren	192
„ 58. <i>Astroides calycularis</i> aus dem untiefen Wasser des Mittelmeeres	193
„ 59. Ein Korallenatoll (die Clark-Insel)	194
„ 60. Edelkoralle (<i>Corallium rubrum</i>)	195
„ 61. Edelkoralle (<i>Corallium rubrum</i>), vorgestreckter Einzelpolyp	196
„ 62. Pennatuliden aus feichterem Wasser	198
„ 63. <i>Stylaster flabelliformis</i>	204
„ 64. Zwei pelagische Schirmqualen (<i>Pelagia noctiluca</i> und <i>Aurelia aurita</i>)	209
„ 65. <i>Rhizostoma Cuvieri</i>	210
„ 66. Anatomie eines Seeferns	213
„ 67. Tieffsee-Holothurien	218
„ 68. <i>Salenia varispina</i>	224
„ 69. <i>Asthenosoma hystrix</i>	225
„ 70. <i>Ophiomusium Talismani</i>	228
„ 71. <i>Brisinga elegans</i>	230
„ 72. <i>Hymenodiscus Agassizii</i>	231
„ 73. <i>Porcellanaster granulatus</i>	233
„ 74. <i>Comatula rosacea</i>	234
„ 75. Junge (Larven) <i>Comatula rosacea</i> im <i>Pentacrinus</i> -stadium (<i>Pentacrinus euro-</i> <i>paeus</i>) stark vergrößert	235
„ 76. Gestielte Crinoiden	238
„ 77. <i>Bipinnaria</i> genannte freischwimmende Larve eines Echinoderms	241
„ 78. <i>Nereis cultrifera</i>	245
„ 79. <i>Serpula contortuplicata</i>	246

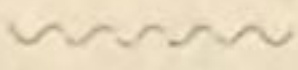
Verzeichnis der Abbildungen.

	Seite.
Fig. 80. <i>Terebella Edwardsii</i>	247
„ 81. <i>Hyalinoecia Mahieuxii</i>	248
„ 82. <i>Terebratella dorsata</i>	251
„ 83. Eine <i>Rhynchonella</i>	252
„ 84. <i>Rhynchonella psittacea</i>	252
„ 85. Eine Entenmuschel (<i>Lepas anatifera</i>)	257
„ 86. Riefen-Tieffseeaffel (<i>Bathynomus giganteus</i>)	261
„ 87. <i>Gnathophausia zoëa</i>	264
„ 88. <i>Pentacheles spinosus</i>	267
„ 89. <i>Thaumastocheles zaleuca</i>	269
„ 90. <i>Nematocarcinus gracilipes</i>	270
„ 91. <i>Hapalopoda investigator</i>	271
„ 92. <i>Galathodes Antonii</i>	272
„ 93. <i>Pachygaster formosus</i>	274
„ 94. <i>Pagurus abyssorum</i>	275
„ 95. <i>Xylopagurus rectus</i>	276
„ 96. <i>Lithodes ferox</i>	277
„ 97. <i>Dicranodromia Mahieuxii</i> aus der Bai von Biscaya	278
„ 98. <i>Scyramathia Carpenteri</i> , <i>Ergasticus Clouei</i> , <i>Lyspognathus Thomsoni</i>	280
„ 99. <i>Colossendeis arcuata</i>	281
„ 100. Mollusken und Brachiopoden der Tieffee	288
„ 101. <i>Fusus abyssorum</i>	289
„ 102. <i>Oechoris sulcata</i>	289
„ 103. Eine Afscidie im Längsfchnitt	297
„ 104. <i>Cynthia papillata</i>	297
„ 105. <i>Antennarius marmoratus</i>	307
„ 106. <i>Neostoma bathyphilum</i>	310
„ 107. <i>Stomias boa</i> mit Leuchtorganen am Bauch	318
„ 108. <i>Malacosteus niger</i>	319
„ 109. <i>Centrophorus chalcus</i>	324
„ 110. <i>Bathypterois longipes</i>	325
„ 111. <i>Eustomias obscurus</i>	327
„ 112. <i>Macrurus globiceps</i>	329
„ 113. <i>Melancetus Johnstoni</i>	330
„ 114. <i>Saccopharynx pelnocanoides</i>	331

Tafeln auf Tonpapier.

I. Ausgewaschene Skelette zweier Hexactinelliden	154
II. Drei Exemplare einer Hexactinellide (<i>Trichaptella elegans</i>)	176
III. Ansicht des Bodens des nördlichen atlantischen Ozeans bei 1200 Meter Tiefe	200
IV. Ansicht des Meeresbodens bei 1500 Meter Tiefe	240

Einleitung.



Das gewaltige, erhabene Meer hat bei allen Völkern, die es kennen und zu allen Zeiten als etwas Heiliges gegolten. Die alten Dichter reden von der „heiligen Salzflut“ und Homer nennt den Ozean den Vater aller Dinge.

Der Mensch thut beim Anschauen der unbegrenzten Wassermasse gleichsam einen Blick in die Unendlichkeit, — Ehrfurcht erfaßt sein Herz, er fühlet sich nichtig, er fühlet sich klein und empfindet wie der Wanderer im Faust:

Und nun laßt hervor mich treten,
Schau'n das grenzenlose Meer;
Laßt mich knieen, laßt mich beten,
Mich bedrängt die Brust so fehr! —

Nicht bloß erhaben, auch geheimnisvoll erscheint das Meer! — Auch Gebirge, Wüsten und Steppen sind großartig und gewaltig, aber sie sind starr und tot, das Meer hingegen ist ein rege lebender Organismus: niemals, nicht im Großen und nicht in seinen kleinsten Teilen ist es in völliger Ruhe. Wie Blut im tierischen Körper pulsieren feine Strömungen, es atmet mit seiner Brandung und mit dem Spiel feiner Wellen, es hat in seiner Ebbe und Flut gleichsam Erscheinungen intensivsten Lebens, die, lange räthelhaft geblieben, periodisch wiederkehrend sich wie Schlaf und Wachen des Menschen ablösen.

Dazu feine dem menschlichen Auge für ewige Zeiten entzogenen abyssischen Tiefen, fein unendlich reicher als auf dem Lande entwickeltes, Millionen von Menschen erhaltendes Tierleben, das wunderbare nächtliche Leuchten seiner Oberfläche, — alles das wirkt zusammen eine

immer wiederkehrende, nach Erklärungen suchende Bewunderung in der menschlichen Brust zu erwecken!

Das Altertum bevölkerte alles, Felsen und Bäume, Quellen und Ströme, Felder und Haine mit feinen Fabelgestalten, — sie sind verschwunden im Lauf der Jahrhunderte und Jahrtausende, nur im Meere vermochten sie sich bis auf den heutigen Tag zu erhalten und die berühmte Seeschlange wird wohl noch in den Zeitungspalten unserer Enkelkinder spuken! —

Trotz aller Anregung aber, die der Mensch seit unvordenklichen Zeiten durch das Meer erhalten hat, ist das Studium seiner Natur im ganzen Umfange, die Ozeanographie, der modernste Zweig der Naturwissenschaften zu nennen. Lange schon waren die Bahnen der Gestirne berechnet, das Wesen des Lichts und der Zusammensetzung der Körper erkannt, bevor man eine Ahnung davon hatte, wie es auf dem Boden des Meeres ausfähe.

Hier, wie so oft, mußte erst die menschliche Selbstsucht angeregt werden, es mußten die Interessen der Völker ins Spiel kommen, ehe man sich an die Lösung des Problems: wie sind die Verhältnisse der Natur in der Tiefe, auf dem Grunde der Ozeane? heranwagte und sich stolz über die Mahnung des Dichters hinwegsehnte:

Da drunten aber ist's fürchterlich,
Und der Mensch versuche die Götter nicht
Und begehre nimmer und nimmer zu schauen.
Was sie gnädig bedecken mit Nacht und Grauen!

Die Elektrizität ist die Mutter der Bathy-Ozeanographie! Es wurde ein immer dringenderes Bedürfnis für die gebildete Menschheit, die durch Meere von einander getrennten Kulturländer in der alten und in der neuen Welt mittels Telegraphe miteinander zu verbinden. Oberhalb der Oberfläche der Ozeane war dies nicht thunlich, man mußte die Leitungen in das Wasser versenken, man mußte Kabel legen und zwar auf den Boden, denn sonst würden auch noch so wohl verwahrte Drähte leicht und bald zerreißen und das ganze Unternehmen in Frage kommen. Um dies aber thun zu können, war es eine unabweisliche Notwendigkeit, daß man die Beschaffenheit des Meeresbodens, seine Konfiguration und

sein geologisches Wesen kannte. Man war zu großartigen Sondirungen gezwungen, die wahrscheinlich, wenn jene Utilitätsfrage nicht im Laufe der Zeiten eine immer brennendere geworden wäre, niemals ausgeführt sein würden.

Das erste Kabel wurde 1850 in dem flachen Meere des Kanals gelegt, um Frankreich und England telegraphisch zu verbinden und jetzt sind zwischen Europa und Amerika allein 9 elektrische Wege eröffnet.

Schon vom Jahre 1845 an hatten die Engländer und Amerikaner eine Reihe von Tieflotungen im nördlichen atlantischen Ozean vorgenommen, welche im Jahre 1857 mit den von Leutnant Dayman geleiteten Untersuchungen des engl. Schiffes „Cyclops“ in soweit einen gewissen Abschluß erreichten, als man jetzt an der Hand der erkannten Thatfachen das erste Kabel 1858 zwischen Irland und Neufundland legte, das am 21. August desselben Jahres zum erstenmal funktionierte. Aber die Sache sollte nicht von langer Dauer sein: schon kurze Zeit darauf verlor es für immer seine Leistungsfähigkeit. Erst sieben Jahre später (1865) machte sich das bekannte engl. Riefenschiff „Great Eastern“ an die Arbeit. Das erste von ihm gelegte Kabel ging verloren, endlich gelang es im Juli 1866 eine bis jetzt noch in Thätigkeit gebliebene doppelte telegraphische Verbindung der alten und der neuen Welt herzustellen, einmal durch Legung eines neuen Kabels und dann durch die Wiederauffindung des ersten im vorhergehenden Jahre verloren gegangenen.

Während dieser Zeit (von 1858 an) hatten die Skandinavier eine ganze Reihe von kürzeren Sommerfahrten in die arktischen Gewässer unternommen, an denen auch Zoologen, namentlich der jüngere Sars, teilnahmen. Und diese kleinen Lokalexpeditionen sollten auf einen Mann zurückwirken, dessen Namen mit der Erforschungsgeschichte des Meeres unvergänglich, solange es wenigstens eine gebildete Menschheit giebt, verbunden sein wird, — auf den Schotten Sir C. Wyville Thomson, (geb. 1830 gest. 1882). Er sah bei dem ältern Sars, die von dessen Sohne bei den Lofoten erbeuteten Geschöpfe der Tieffee und dieser einmal gewonnene Anblick zusammen mit der tiefeingewurzelten Überzeugung, daß auf dem „Boden des Meeres das gelobte Land der Zoologen läge,“ erhielten den lebhaft, aber fein empfindenden Mann in fortwährender

Spannung. Im Frühling 1868 war er behufs wissenschaftlicher Untersuchungen an der irischen Küste zusammen mit dem Antispiritisten W. B. Carpenter. Dieser, ein ganz hervorragender Naturforscher, war zufolge seiner Verdienste einer der Vizepräsidenten der großen und alten (1662 gegründeten) „Royal Society“, daher ein Mann von hohem wissenschaftlichen Ansehen in der ganzen gelehrten Welt und von nicht geringem Einflusse in seinem Vaterlande.

Es gelang Wyville Thomson diesen seinen 17 Jahre ältern Freund für die Idee einer englischen Tiefsee-Expedition zu erwärmen und unterstützt von dem Ausschuß oder Vorstand (council) der Royal Society wurde die Regierung vermocht, den beiden Naturforschern das königl. Kanonenboot „Lightning“ zur Verfügung zu stellen. Viel war's nicht, aber es war doch etwas! Dies Fahrzeug mit dem trutzigen Namen (Lightning = Blitz) war ein kleines beengtes Schaufeldampferchen, wahrscheinlich das älteste von J. M. ganzen stolzen Marine!

Unfere Naturforscher segelten aber, unbekümmert um Strapazen und Gefahren, vergnügten und hoffnungsreichen Herzens am 4. August 1868 von Pembroke in Nordschottland aus, um in der Nähe der Faröer und im atlantischen Ozean nordwestlich von Schottland zu kreuzen. Am 25. September kehrten sie nach einer beschwerlichen, durch die Ungunst der Witterung und die Gebrechlichkeit des Fahrzeugs selbst gefährlichen Fahrt heim. Nur zehnmal hatten sie das Schleppnetz in offner See und nur viermal bis auf eine Tiefe von mehr als 500 Faden auszuwerfen vermocht. Aber doch waren in Anbetracht der kurzen Zeit und der ungünstigen Verhältnisse die Resultate glänzend zu nennen.

Abgesehen von wertvollen Beobachtungen über die Verhältnisse der Tiefe und der Temperatur der durchkreuzten Meere gelang zum erstenmale der positive Nachweis, daß bis zu einer Tiefe von mindestens 650 Faden ein reiches und mannigfaltiges, durch fast alle Gruppen der wirbellosen Tiere vertretenes Leben herrscht und daß in jenen Tiefen nicht bloß, wie wohl zu erwarten, für die Wissenschaft neue Formen haufen, sondern auch solche, welche man für ausgestorben und verschwunden seit den Tagen der Tertiärzeit hielt.

Der Vorstand der Royal Society konnte nun mit dem Hinweis auf

folche, trotz den mißlichſten Verhältniſſen, erzielte Erfolge einen ſtärkeren Druck an geeigneter Stelle ausüben und für den Sommer 1870 ſtellte die Admiralität das Wachſchiff „Porcupine“ (Stachelſchwein) zur Verfügung.

Der Porcupine war zwar auch nur ein kleines Fahrzeug, aber ſonſt in jeder Beziehung ausgezeichnet ſeetüchtig, ſehr ſtark und dem müheſeligen, nicht gefahrloſen Wachtdienſt entſprechend ausgerüſtet. Namentlich war auch ſeine Bemannung, von den ſhetländer Matroſen bis zum Kapitän Calver hinauf, eine ganz vorzügliche. Calver und ſeine Offiziere hatten lebhaftes Intereſſe für die Intentionen der Naturforſcher, was bei Seeoffizieren auf Expeditionen durchaus nicht immer der Fall iſt, aber wenn etwas Tüchtiges erreicht werden ſoll, eigentlich als eine der erſten Hauptbedingungen angeſehen werden muß. Der Kapitän eines Schiffes, als momentane absolute Autorität, gegen die es keinen Appell giebt, kann den ihn begleitenden Naturforſchern das Leben gewaltig fauer machen, ihnen die Sache verleiden und ſo den ganzen Erfolg eines wiſſenſchaftlichen Unternehmens in Frage ſtellen.

Wyville Thomſon findet für Calver und ſeine Leute nur Worte der wärmſten Anerkennung und hebt namentlich des erſteren Verdienſte hervor, die er ſich dadurch um die Wiſſenſchaft erworben hat, daß er ſich der Dredſchungen beſonders annahm und in ihren Ausführungen bald eine große Meiſterſchaft erwarb.

Im Jahre 1869 unternahm der Porcupine drei Fahrten. Die erſte an der Weſtküſte von England zu der nach ihm benannten „Porcupine-Bank“ ($53^{\circ} 30'$ n. Br., $13-14^{\circ}$ weſtl. L. v. Gr.) und in dem Kanal zwiſchen der Rockall-Bank und Schottland; dieſe Expedition wurde wiſſenſchaftlich von dem ſyſtematiſchen Konchyliologen Gwyn Jeffreys geleitet. Die zweite richtete ſich von Queenſtown ſüdlich in die Bay von Biscaya bis zu $47^{\circ} 30'$ ſ. Br. und ſtand unter der wiſſenſchaftlichen Direktion von Carpenter und die dritte endlich fand unter Leitung von Wyville Thomſon wieder in den Meeresteilen ſtatt, wo im Jahre vorher der Lightning gekreuzt hatte, alſo zwiſchen den Hebriden, Faröer und den Shetland-Inſeln. Während dieſer drei Fahrten wurden 90 Dredſchungen ausgeführt und die größte Tiefe,

nämlich 2435 Faden (4453 Meter), am südlichsten, von der zweiten Expedition erreichten Punkte angetroffen.

Im folgenden Jahre (1870) fuhr der Porcupine am 4. Juli zu einer größeren Expedition südwärts quer durch die Bay von Biscaya, entlang der spanischen Westküste, folgte, die Straße von Gibraltar passierend, der afrikanischen Nordküste, verließ dieselbe bei Cap Bon, um sich der sizilianischen Südküste zuzuwenden, lief Malta an, durchfuhr die Straße von Messina, wandte sich darauf ohne Aufenthalt in gerader Linie wieder der Straße von Gibraltar zu und fuhr dann heimwärts, um am 8. October in Cowes vor Anker zu gehen. Die wissenschaftliche Leitung der Expedition war so gedacht, daß die drei früheren Leiter Gwyn Jeffreys, Carpenter und Wyville Thomson sich in dieselbe teilen sollten. Bis zum 6. August war sie in Händen von Gwyn Jeffreys, ging dann für zwei Wochen auf Carpenter über. Leider wurde aber Wyville Thomson durch Krankheit verhindert, Anfang September der Expedition folgen und die Direktion übernehmen zu können, und so blieb dieselbe in den Händen Carpenter's. Auf dieser Fahrt wurden 61 Dredschungen vorgenommen und die größte Tiefe (1743 Faden = 3157,5 Meter) nordöstlich von Malta erreicht.

Vielleicht hat niemals eine wissenschaftliche Reise von so kurzer Dauer so viel Neues und Bahnbrechendes an das Tageslicht gefördert als die dreimonatliche Fahrt des Porcupine. Durch dieselbe wurden alte Ansichten von Vertheilungen der Temperatur im Meere, von der Beschaffenheit seines Bodens, von der Tierwelt seiner Tiefe für immer über den Haufen gestoßen.

Es ist leicht begreiflich, daß bei einer seefahrenden Nation, wie es die Engländer sind, das öffentliche Interesse durch alle jene neuen Beobachtungen und Entdeckungen in hohem Maße in Anspruch genommen wurde. Einmal war es immer noch die praktische Seite, die Wichtigkeit der Befunde namentlich für das unterseeische Telegraphenwesen, die unsern Stammesgenossen jenseits des Kanals imponierte, dann aber doch auch die rein theoretisch-wissenschaftliche: dem Zauber so wunderbarer Thatfachen, wenn sie auch bloß niedere Tiere be-

treffen, kann sich ein gutorganisiertes Menschengemüt doch nur schwer verschließen.

Und die englischen Forscher, allen voran Carpenter, verstanden das Eisen meisterlich zu schmieden, solange es von dem nationalen Interesse erwärmt war. In seiner Eigenschaft als einer der Vorsitzenden der Royal Society schrieb er einen Brief an den ersten Lord der Admiralität, in welchem er auf die ungeheure Wichtigkeit, ja Notwendigkeit einer wissenschaftlichen Erdumsegelung in großem Stile, unter einem eignen Forscherstabe und ausgestattet mit allen modernen Hilfsmitteln hinwies. Er fand das nötige Entgegenkommen. Es wurde eine Kommission von seiten der Royal Society ernannt, welche nun mit Plänen und Entwürfen hervortrat.

Zugleich war es auch gelungen, den damaligen Finanzminister für die Idee zu gewinnen und das Interesse des großen Publikums in Spannung zu halten, und so fand eine Rede, welche Lowe im Hause der Gemeinen hielt, und in welcher er ausführte, eine solche Expedition sei eine nationale Ehrensache und müsse völlig auf öffentliche Kosten ausgerüstet werden, die lebhafteste Zustimmung.

So wurde J. M. Korvette „Challenger“ (der Herausforderer, provocateur), ein Schiff von 2306 Tons und mit einer Hilfsdampfkraft bis zu 1234 Pferdekraft, ausersehen, neue, wissenschaftliche Argonauten zur Gewinnung des goldenen Vließes der Forschung über die Ozeane zu tragen. Die Regierung suchte unter ihren Offizieren anerkannt tüchtige Leute aus, welche zusammen mit ihrem Kommandanten, dem bewährten Kapitän George S. Nares, einen Stab von 23 Mann bildeten. Der wissenschaftliche Stab bestand aus Professor Wyville Thomson als Direktor, J. Y. Buchanan als Physiko-Chemiker, H. N. Moseley und Dr. v. Willemoës-Suhm als Zoologen, J. Murray als Geologen und J. J. Wild als Zeichner und Sekretär des Direktors. Einer sollte nicht wiederkehren von dieser Fahrt — Rudolf von Willemoës-Suhm. Am 14. September hat man ihn 380 Seemeilen nördlich von Tahiti seemannisch bestattet. Der stille Ozean ist sein Grab, der Dank der Wissenschaft sein Leichenstein!

Mit dem Challenger waren, wenn er seinem dermaligen Zwecke

als großes, schwimmendes, naturwissenschaftliches Laboratorium entsprechen sollte, große innere Veränderungen vorzunehmen. Erstens mußte man Platz schaffen und man gewann ihn auf Kosten der Schiffsmannschaft: von den 18 Stück 68Pfündern mußten 16 den friedlichen Waffen der Forscher weichen. Ach, wenn wir es doch noch erleben könnten, daß überall unter den zivilisierten Völkern der Männermord der Kultur wiche, daß die *ultima rationes regum* vor der humanitas endlich, endlich einmal verstummen müßten!

Verschiedene Laboratorien waren eingerichtet, wobei das Talent der

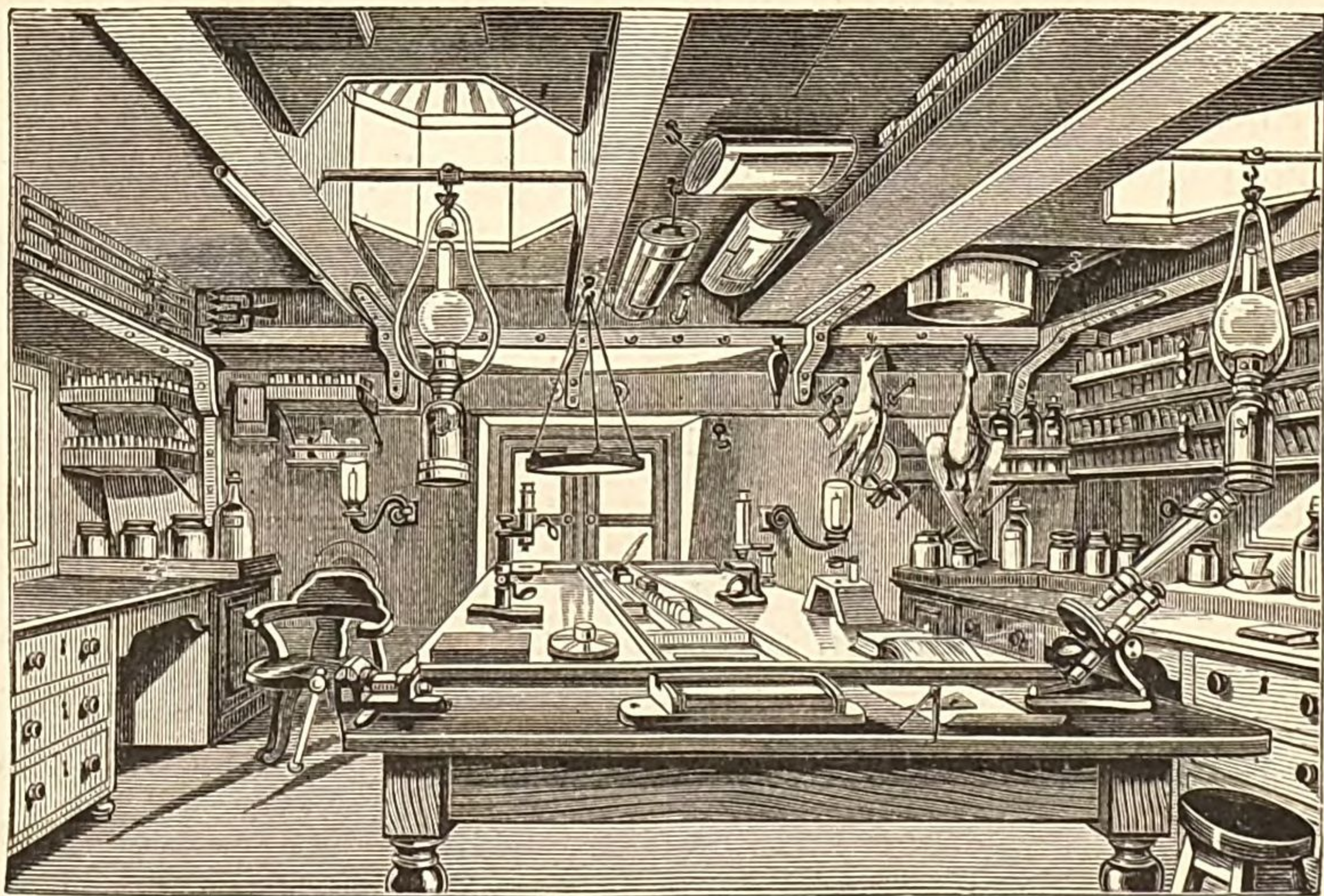


Fig. 1. Biologisches Laboratorium auf dem Challenger.

Engländer praktisch und kompendiös zu arbeiten sich so recht entfalten konnte. Da war zunächst eine biologische Werkstatt, 20 Fuß lang, 12 breit, mit 200, 2300 Sammelgläser enthaltenden Kästen ausgestattet, gefüllt mit Spiritusbehältern, mikroskopischen Reagentien, mit zahlreichen Mikroskopen der besten Optiker der Welt, mit allen möglichen anatomischen und physiologischen Instrumenten und Apparaten, kurz, mit all den tausend Dingen, die der sammelnde und untersuchende Zoologe und Botaniker braucht.

Dem zoologisch-botanischen Laboratorium lag ein chemisches von

10 Fuß Länge und zirka 5 Fuß Breite gegenüber, trotz seiner geringen Größe ausgerüstet mit den besten, feinsten und kostbarsten Hilfsmitteln der modernen Wissenschaft, mit jenen so wunderbar geistreich ausgedachten Apparaten die atmosphärischen Gase aus dem Seewasser zu sammeln, die in ihm enthaltene Kohlensäure zu gewinnen, und die Gase selbst zu analysieren. Weiter war ein photographisches Atelier vorhanden mit einer Dunkelkammer, sowie eine Bibliothek der besten Fachwerke und ein ansehnliches Aquarium fehlte nicht. Dem Natur-

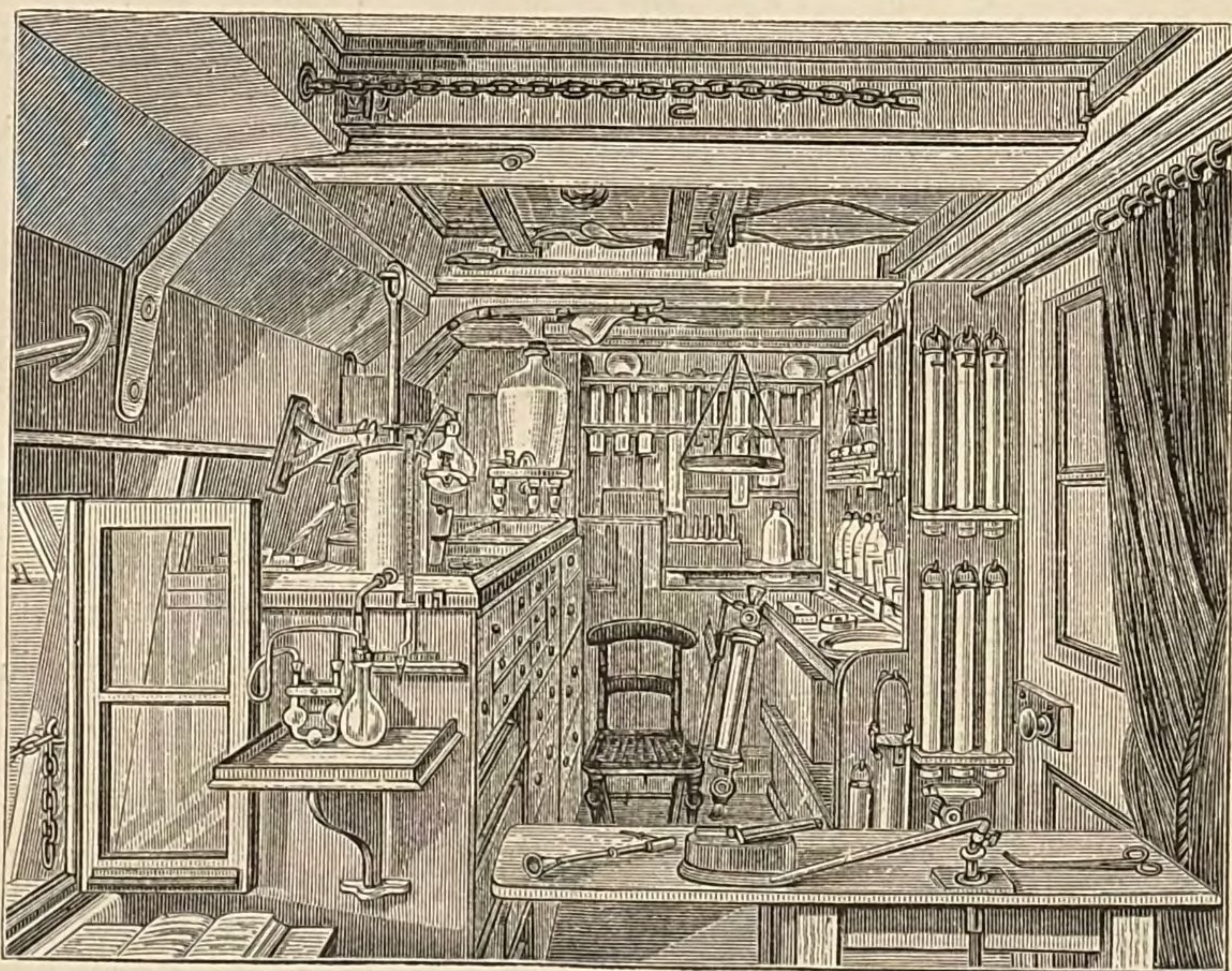


Fig. 2. Chemisches Laboratorium auf dem Challenger.

forcher lacht das Herz im Leibe, wenn er hiervon erzählt und etwas wie gelinder Neid oder wenigstens Bedauern beschleicht ihn, daß er nicht mit von der Partie hatte sein können!

Das Verdeck des Ex-Kriegsschiffes war weiter noch zum guten Teil den friedlichen Zwecken der Wissenschaft geweiht: eine doppelcyindrische Lokomobile von 18 Pferdekraft nahm fast die ganze Breite des Schiffes ein und war dazu bestimmt, die ganzen wichtigen Apparate für die Tiefseeuntersuchungen, die Dredschcn, Lote u. s. w. hinabzulassen und herauf-

zuholen, und weiter fanden sich hier die Instrumente für die magnetischen Beobachtungen.

So war der Challenger bereit für sein großes Friedenswerk. Am 15. November 1872 wurde er in Dienst gestellt und verließ Vormittag halbzwölf am 21. Dezember 1872 den Hafen von Portsmouth, um zunächst ziemlich auf der Höhe des 10^0 westl. L. v. Gr. die Westküste Spaniens zu gewinnen und diese entlang bis Gibraltar zu fahren. Von hier ging die Fahrt nach Madeira und den Kanaren, weiter quer über den atlantischen Ozean zu den Antillen, dann nördlich nach den Bermudas und nordwestlich bis nach Halifax, zurück nach den Bermudas, über die Azoren und Madeira nach den Kanaren und Kapverden, die atlantische Küste Afrikas entlang bis ungefähr $0^0 40'$ f. Br. Jetzt wurde der atlantische Ozean abermals gekreuzt, das Felseneiland St. Paul und Fernando Noronho angelaufen, der Ostküste Südamerikas entlang gefegelt bis Bahia und dann wieder quer über den atlantischen Ozean nach Tristan d'Acunha und weiter nach der Kapstadt gefahren, wo der Challenger am 28. Oktober 1873 und zwar in der Simonsbai vor Anker ging.

Diese Fahrt ist der erste Teil der Reise. Am 16. Dezember 1873 begann von Simonsbai aus der zweite über die Marioninsel an der Crozetgruppe vorbei zunächst nach Kerguelenland und weiter in die antarktischen Gewässer, in denen am 16. Februar 1874 auf $66^0 40'$ f. Br. und 18^0 östl. L. der südlichste Punkt der ganzen Reise erreicht wurde. Von hier wandte sich die Expedition nordöstlich auf Australien zu, wo sie am 17. März in den Hafen von Melbourne einlief, den sie am 1. April wieder verließ, um am 6. April vor Sydney vor Anker zu gehen. Nach zweimonatlichem Aufenthalt ging die Reise weiter nach Wellington auf Neuseeland, von da nach Tongatabu, an die Südwestküste von Neuguinea, nach den Philippinen und Hongkong. Darauf folgt der dritte Abschnitt der Reise: zurück an die Nordostküste Neuguineas, über die Admiralitätsinseln nach Yokohama, weiter zunächst ostnordöstlich, dann im rechten Winkel südlich nach den Sandwichinseln, über Tahiti und Juan Fernandez nach Valparaíso und als das Schiff am 20. Januar 1876 aus der Magellanstraße ausgelaufen war, hatte es drei Viertel seiner Reise hinter sich.

Der vierte Abschnitt war der Heimfahrt gewidmet: über Montevideo, Ascension, die Kapverden und Vigo an der Westküste Spaniens nach Sherneß, wo der Challenger Donnerstag den 25. Mai einlief, nachdem er 719 Tage in offener See gewesen war, 68890 Seemeilen zurückgelegt, 96567 Zentner Steinkohlen verbraucht, 370 Tiefseelotungen, 255 Temperaturmessungen, 111 Züge mit der Dredfche und 129 mit dem Trawl-netze gemacht hatte, — die größte und wissenschaftlich erfolgreichste Reise, welche bis dahin überhaupt unternommen worden war.

Gewaltig war das gewonnene Material, ungeheuer der Reichtum an neuaufgefundenen Tiergestalten, — mit der Reise des Challenger beginnt ein neuer Abschnitt in der Geschichte der beschreibenden Zoologie!

In einigen 20 starken Quartanten mit vielen Hunderten köstlicher Tafeln ist die erlangte Beute von den besten Kräften Englands, zum Teil aber auch des Auslandes, namentlich Deutschlands (Haeckel, F. E. Schulze), bis jetzt aber noch nicht völlig bearbeitet worden, — ein herrliches Denkmal der Opferfreudigkeit und der Energie Wyville Thomfons und Carpenters, der Vaterlandsliebe und der Humanität des englischen Volkes, des Verständnisses und des Wohlwollens seiner Regierung!

Alexander Agaffiz, ein gewiß kompetenter Beurteiler, war, als er die vom Challenger heimgebrachten Schätze durchmusterte, von ihrem Reichtume und ihrem Erhaltungszustande entzückt und er betont in einem Briefe, den er an die Redaktion der berühmten und einflußreichen englischen Zeitschrift „Nature“ schrieb, wie wichtig auch alle genauen und gewissenhaft genommenen Angaben über die Verhältnisse der Fundorte der Objekte, welche der Challenger gesammelt hatte, seien. Der Reichtum an diesen Objekten sei so groß, daß ein einzelner Forscher, wenn er die umfassenden Kenntnisse von 18 bis 20 der vorzüglichsten Spezialisten hätte, sicher 70—75 Jahre angestrenzter Arbeit nötig haben würde, das Material zu bearbeiten, — ein Zeitraum, der, wie wir jetzt besser übersehen können, noch zu niedrig gegriffen ist. Jede spätere Tiefseeexpedition, glaubt Agaffiz, könne kaum mehr thun als auf der Challengerfahrt zweifelhaft gebliebene Punkte aufzuklären und einige Lücken auszufüllen.

Die übrigen Tieffseeexpeditionen sind lokaler Art, so namentlich diejenigen der Amerikaner in den Golf von Mexiko, in das Caraïbische Meer und andere südamerikanische Gewässer.

Von seiten der Vereinigten Staaten war schon seit längeren Jahren viel zur Kenntnis der benachbarten Meere gethan: so war 1868 der *Corvin* ausgelaufen zur Untersuchung zwischen West Key und der Habana, eine Expedition, welche indessen wegen des gelben Fiebers bald unterbrochen werden mußte. Im selben Jahre folgte aber noch der *Bibb* zur Erforschung des Golfstromes bei Sambrero, des Kanals St. Nicolas und eines Teiles des Kanals Santarem und als daselbe Schiff im folgenden Jahre wieder ausfuhr, nahm auch ein rühmlichst bekannter Zoologe, Graf Pourtalès, an der Reise teil.

Ein größeres Unternehmen wurde in den Jahren 1871/72 entriert, eine Reise entlang der Ostküste Amerikas, um das Kap Horn herum, entlang der Westküste bis Kalifornien. An Bord des *Haßler*, der zu dieser Expedition ausersehen war, befand sich Louis Agassiz (der Vater von Alexander), wieder Graf Pourtalès und Dr. Steindachner.

In den Wintern von 1875—1877 erforschte das Schiff *Blake* zunächst nur durch Lotungen und Messungen von Temperatur und Dichtigkeit des Wassers den Golf von Mexiko, in den Wintern 1877/78, 1878/79 und 1879/80 nahm Alexander Agassiz teil an den Fahrten dieses Schiffes in die Straße von Florida und in die Caraïbische See. Auf einen bessern zoologischen Leiter des Unternehmens wie auf den jüngern Agassiz hätte die Wahl kaum fallen können; dieser Mann ist, was die niederen Seetiere, speziell die Coelenteraten und Echinodermen betrifft, eine der allerersten Autoritäten, dabei von einem seltenen praktischen Geschick und, last not least, von höchst objektivem Urteile.

Diese beiden letzten Expeditionen des *Blake* waren denn auch in erster Linie im Dienste der Zoologie unternommen; eine Reihe später noch zu erwähnender Fangnetze, Dredschen u. f. w. wurde hier zum erstenmale in Anwendung gebracht und im ganzen wurde 307mal gefischt und zwar bis gegen 2400 Faden tief. Die dabei zum erstenmale in Anwendung kommende Dredschleine aus stählernem Klaviersaitendraht anstatt aus Hanf bewährte sich ganz vortrefflich.

Mehrere Taufend Tierformen, darunter Hunderte neuer, wurden an das Tageslicht befördert und zugleich der Nachweis geliefert, daß doch auch Stellenweise in den großen Tiefen des Meeres sich Lokalfaunen haben entwickeln können, da in den westindischen Gewässern der faunistische Charakter wesentlich anders ist als derjenige in der östlichen Hälfte des atlantischen Ozeans jenseits des großen Längsgebirges. Man möchte eine Anerkennung der Verdienste Alexander Agaffiz' von seiten Poseidons darin sehen, daß ganz besonders die gefundenen Echinodermen von hervorragendem Interesse waren, doch war auch die Ausbeute an merkwürdigen Krustentieren eine sehr bedeutende. Verhältnismäßig gering war, mit den Befunden aus dem östlichen atlantischen, dem indischen und stillen Ozean verglichen, die Zahl der Hexaktinelliden.

Die Untersuchungen des amerikanischen Schiffes Blake, während welcher die Methoden der Tieffeelotung und des Dredschens ganz umgestaltet wurden, bilden gewiß, wie E. Rathbun mit nationalem Stolz hervorhebt, eine Reihe der wichtigsten Fortschrittsstufen auf dem Gebiete der Tieffseeforschung.

Von großer wissenschaftlicher Bedeutung und mit glänzendem Erfolge ausgeführt sind die drei Sommerfahrten, welche der norwegische Dampfer „Voeringen“ unter der Leitung von H. Mohn während 1876—78 in den arktischen Gewässern zwischen der norwegischen Küste, Island, Jan Mayen und Spitzbergen ausführte. Am interessantesten sind die Resultate der Untersuchungen, welche sich auf die 25 geogr. Meilen westlich von der norwegischen Küste zirka 300 Faden unter der Oberfläche des Meeres gelegene Barrière, welche an ihrem nördlichen Ende „Havbro“ genannt wird, beziehen. Hier beginnt eine kalte Meereszone mit zirka 0—1,6° Celsius und mit einer sehr eigentümlichen Fauna; dieselbe ist rein arktisch oder glazial, ohne die Spur von Beimischung südlicher Formen, aber trotzdem sehr reich, reicher als diejenige der Küste selbst. Die zoologischen Resultate dieser Expeditionen werden von den ersten skandinavischen Spezialisten bearbeitet und die betreffenden Abhandlungen bilden Zierden der Fachliteratur.

Eine kleine Expedition rüstete 1881 die italienische Regierung unter Leitung des Florentiner Zoologen Giglioli aus. Der Kriegsdampfer

Washington untersuchte die Meere östlich und südlich von Sardinien und sondierte dabei als größte Tiefe 3650 Meter zwischen der Insel und Neapel. Durch Dredschungen, deren tiefste bei 3115 Meter stattfand, wurde die Gegenwart einer wirklich atlantisch-ozeanischen Tiefseefauna im Mittelmeere nachgewiesen.

Es ist ein Glück für die Wissenschaft, daß auch heute noch „der Ruhm des Themistokles den Alcibiades nicht schlafen läßt!“

Der Ehrgeiz der Franzosen, einer seit den Tagen Buffons in den zoologischen Wissenschaften hervorragenden Nation, mußte begreiflicherweise durch die Erfolge, welche das Ausland durch seine Tiefseeforschungen errungen hatte, mächtig erregt werden.

„Man schrieb 1880,“ sagt Perrier: „la France hatte bereits glänzend bewiesen, daß sie aus der Rekonvaleszenz endlich heraus sei und daß sie im stande wäre, ihre Stelle unter den Völkern wieder einzunehmen. Die Zeit schien ihren Naturforschern gekommen zu sein, die Regierung auf die Fragen, um welche es sich handelte, aufmerksam zu machen und von ihr die Mittel zu fordern, dem Lande einen ehrenvollen Anteil an der Lösung derselben zu sichern.“

Ein früherer Seeoffizier und begeisterter, durch eigene Untersuchungen bekannter Tiefseeforscher, der Marquis de Folin, gewann leicht die in Frankreich existierende „Commission des missions scientifiques“ ihn bei seinen Gesuchen an die zuständigen Minister des öffentlichen Unterrichts und der Marine um staatliche Beteiligung bei jenen Forschungen zu unterstützen. Der Vorsitzende der Kommission, der ehrwürdige, uralte Henry Milne Edwards, einer der hervorragendsten Zoologen und trotz seines englischen Namens und seiner belgischen Vaterstadt (Brügge) ein Vollblutfranzose, machte die Idee Folins zu der seinigen „und entfaltete seinen ganzen Einfluß, seine ganze tiefe Menschen- und Sachkenntnis, eine erste französische Tiefseexpedition zu stande zu bringen.“ Das Stationschiff von Rochefort, das den Namen „le Travailleur“ (der Arbeiter) trug, wurde 1880 mit einer Kommission hervorragender Forscher unter Vorsitz des jüngern Milne Edwards an Bord, zunächst zu einer Tiefseexpedition in die Bay von Biscaya entlang der spanischen Nordküste entsendet. Auch hier war es dieselbe Geschichte wie in England

mit dem Lightning: der Travailleur, ein alter Raddampfer, ging schlecht mit Dampf, noch schlechter unter Segel, aber glücklicherweise war er wenigstens solider als das englische Unglücksschiff. Man sollte fast meinen, manche Regierungen dächten bisweilen, für Zoologen sei auch das Schlechteste noch lange gut genug!

Diese Expedition sollte nichts sein als ein nur auf 14 Tage berechneter Versuch und doch waren die Resultate zu überraschend reich, als daß man nicht an eine erweiterte Fortsetzung hätte denken sollen. Im folgenden Jahre (1881) ging der Travailleur wieder mit der naturwissenschaftlichen Kommission unter Vorsitz von Alphons Milne Edwards am 9. Juni von Rochefort aus in See, umfuhr Spanien, legte in Marseille, Nizza und Ajaccio an und lief nach Zurücklegung fast der nämlichen Strecke am 19. August im Ausgangshafen wieder ein. Die Beobachtungen allgemein-ozeanographischer Art, welche auf dieser zweiten Reise gemacht wurden, sind, namentlich rücksichtlich der Beziehungen des Mittelmeers zum atlantischen Ozean, teilweise sehr merkwürdig, verhältnismäßig gering indessen war die zoologische Ausbeute, welche nur auf der Rückreise längs der portugiesischen Küste den Erwartungen entsprach.

Eine dritte Fahrt unternahm der Travailleur 1882 zur abermaligen Untersuchung der Bai von Biscaya und der Küste von Portugal bis zu den Kanaren, eine starke Leistung für dieses Schiff. Die Fahrten des Travailleur waren eigentlich nur Vorbereitungen zu einer entscheidenden Expedition und sollten auch nicht viel mehr sein: die wissenschaftlichen Apparate sollten auf ihnen vervollkommenet und ihr Gebrauch geübt werden.

Am 1. Juni 1883 verließ das Rekognoszierungsschiff, der Talisman, ein weit besseres Fahrzeug als der Travailleur, ein guter Dampfer und tüchtiger Segler, mit der früheren wissenschaftlichen Kommission den Hafen von Rochefort. Er nahm seinen Kurs südwärts entlang der iberischen und nordafrikanischen Westküste über Cadix und die Kanaren nach den Kapverden, fuhr von hier westlich zum Besuch des Sargassomeeres, dann nach den Azoren und traf am 31. August wieder in Rochefort ein. Der Erfolg dieser Reise in zoologischer Hinsicht war ein sehr

reicher zu nennen: nicht nur wurden viele vom Challenger entdeckte Tieffseetiere wieder gefunden, es wurden zu den schon bekannten zahlreiche neue hinzugefügt und weiter ganz besonders die interessante Fauna des Sargassomeeres reichlich gesammelt. Die französischen Forscher durften mit wohlberechtigtem Stolz auf die Resultate dieser Reise zurückblicken.

Viel ist gethan in den zwanzig Jahren seit der Lightning am 4. August 1868 Pembroke verließ, aber viel bleibt noch zu thun. Noch harren viele Probleme auf allen Gebieten der Tieffseekunde der Lösung, noch ist die große Arbeit unvollendet.

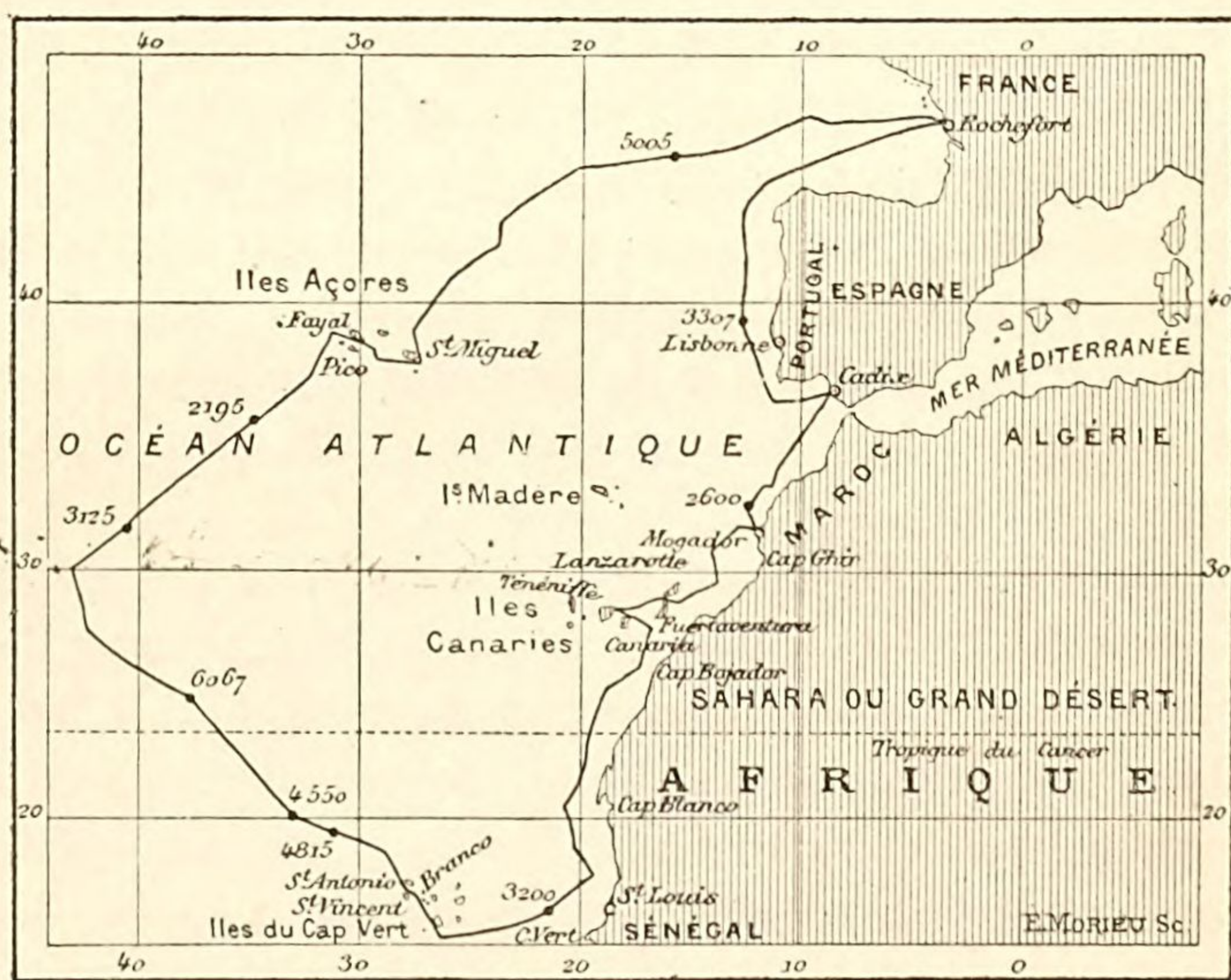


Fig. 3. Die Reiseroute des Talisman.

Allgemeiner Teil.

Physik und Chemie der Tiefsee.

Tieffeekunde.

Die Tiefe des Meeres und die Lotapparate. Die Tiefen des Meeres und ihre Verteilung genau zu kennen ist von mehrfacher Wichtigkeit.

Der Seefahrer muß der Sicherheit von Schiff, Mannschaft und Ladung halber wissen, wie viel Tiefe er hat oder er muß wenigstens auf dem Laufenden darüber sein, wo in den von ihm befahrenen Gewässern die Minimaltiefe, bei welcher er noch sicher fahren kann, aufhört. Seit Jahrhunderten haben die seefahrenden gebildeten Nationen die von den verschiedenen Seeleuten in dieser Hinsicht gewonnenen Erfahrungen gesammelt und in Büchern, namentlich aber in Karten, das verarbeitete Material niedergelegt. Es liegt in der Natur der Sache, daß vielbefahrene Straßen und oft besuchte Küsten betreffs ihrer Tiefenverhältnisse am besten gekannt sind; hier braucht nur selten die Lotleine ausgeworfen zu werden. Anders aber wird es, wenn sich das Schiff auf nur wenig gekanntem Gebiete in der Nähe von Küsten bewegt; dann muß nach kurzen Zwischenräumen „gepeilt“ und oft mit großer Vorsicht gefahren werden.

Dem gewöhnlichen praktischen Seemann kann es freilich einerlei sein zu wissen, ob das Meer unter ihm und seinem Schiffe 100 oder 1000 Meter tief ist, es sind andere Fragen, die darin ihre Beantwortung suchen.

Einmal ist es, wie schon vorher angedeutet wurde, von eminenter Wichtigkeit für die Legung der unterseeischen Telegraphenkabel ganz genau die Tiefenverhältnisse der betreffenden Meere zu kennen, namentlich handelt es sich darum, hierzu eine möglichst ebene submarine Fläche

zu finden, da natürlich bei sehr zerrissenem Meeresboden, bei starkem und häufigem Wechsel von Berg und Thal, die Legung des Kabels viel schwieriger und seine Sicherheit weit mehr gefährdet wird.

Dann aber hat die Kenntnis der „bathymetrischen“ Verhältnisse der Meere großes wissenschaftliches Interesse sowohl an und für sich, wie namentlich auch mit Rücksicht auf andere Fragen. So gut man die Höhen der Berge mißt, nur mit dem idealen Zweck den Wissenstrieb zu befriedigen, so gut wirft der Forscher das Lot aus um, nur der Wissenschaft wegen, in Erfahrung zu bringen, wie groß die Tiefe der Gewässer ist. Diese Tiefe ist aber auch ein wichtiger Faktor, der bei der Beurteilung der Organisation der dort hausenden Geschöpfe mit in Anschlag gebracht werden muß und die Kenntnis der Verteilung des Wassers in vertikaler Richtung ist für die Lösung gewisser, die allgemeine Naturgeschichte der Erde betreffender, uns hier allerdings ferne liegender Fragen von höchster Bedeutung.

Schon der Naturmensch hat vielleicht, wie es die Kinder gern noch heute thun, von bloßer Neugierde angestachelt, an eine rohe Schnur einen Stein gebunden und ihn ins Wasser gesenkt, um dann an der Länge des Fadens dessen Tiefe zu bestimmen. Und fast alle Instrumente, die wir heute zu den bathymetrischen Messungen anwenden, sind nur Modifikationen dieses rohen Urlots, — sehr fein ausgedachte und ausgearbeitete zwar, aber doch nur Modifikationen. Auch heute noch handelt es sich bei den Sondiermaschinen in erster Linie um einen schweren Gegenstand, der an einer Leine befestigt versenkt wird, worauf man die Länge des mitversenkten Stücks der Leine und damit die Tiefe des Wassers bestimmt.

Die einfachste und bis 1817 ausschließlich gebräuchliche Form des Lotes ist das Handlot: ein schlanker Bleikegel von verschiedener Schwere, je nach dem mutmaßlichen Betrag der zu messenden Tiefe, mit seinem spitzen Ende an einer dünnen Leine befestigt, am untern stumpfen mit einer mit Talg (an welchem Grundproben kleben bleiben sollen) ausgefüllten Höhlung. Eine Modifikation dieses einfachen Apparates trägt am untern Ende ein nach oben offenes Metallschüsselchen, das mittelst eines Stäbchens an den Boden des Lots (Fig. 4) befestigt ist.

Zwischen dem Schüffelchen und dem Lot spielt leicht beweglich am Stab eine Metallscheibe. Wird das Lot herabgelassen, so hält der Wasserdruck das Scheibchen von der Höhlung des Schüffelchens entfernt, beim Aufschlagen auf weichen Boden dringt das unten zugespitzte Schüffelchen ein und füllt sich, je nachdem, mit Sand oder Schlamm. Beim Herausholen wird, wieder durch den Druck des Wassers, das Scheibchen auf die Öffnung des Schüffelchens gepreßt, sodaß dessen Inhalt nicht herausgespült werden kann. So plausibel die Sache theoretisch auch ausieht, soll das Instrument doch sehr unzuverlässig arbeiten.

Bei einer andern Umgestaltung des alten Handlots (Fig. 5) befindet sich unten ein 13 Zoll hoher und zirka 4 Zoll weiter cylindrischer Hohlraum, dessen Boden eine sogenannte Schmetterlingsklappe darstellt. Diese Klappe ist folgendermaßen konstruiert: quer durch das Lumen des Hohlraums unten läuft eine Metallspindel, an welcher mittelst Scharniere die beiden Hälften des Bodens derartig spielen, daß sie bei stattfindendem Drucke von unten, also beim Herablassen durchs Wasser und beim Aufstauchen auf den Sand oder Schlamm des Bodens aufstehen. So kann sowohl Wasser wie endlich eine Grund-

probe in den Hohlraum eindringen, beim Aufziehen senken sich die Klappen, ihrer Schwere folgend, aber sie sind durch einen nach innen vorspringenden Rand an der Wandung der Höhlung verhindert, aus dem Niveau des Bodens des Lotes vorzutreten und daher bleiben die in die Höhlung einmal eingedrungenen Massen beim Aufholen in derselben. Der Name „Schmetterlingsklappe“ beruht auf einem Vergleiche der Vorrichtung mit einem Tagfalter: die Spindel ist fein Leib, die um diese nur in einem rechten Winkel beweglichen beiden Klappen sind

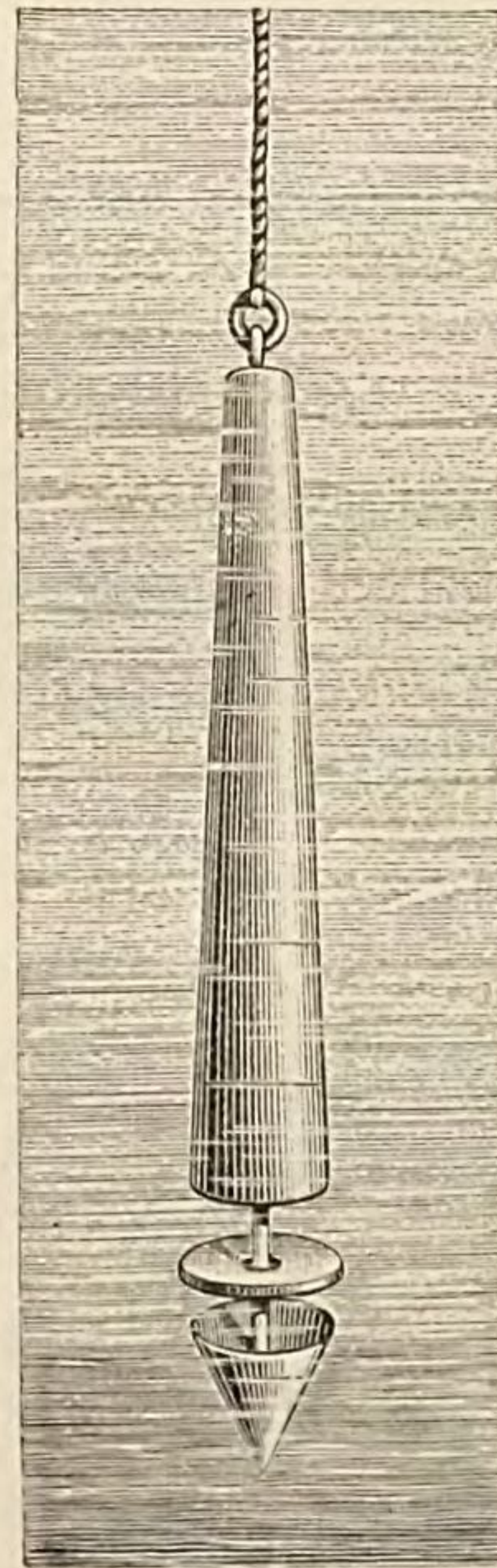


Fig. 4.
Handlote.

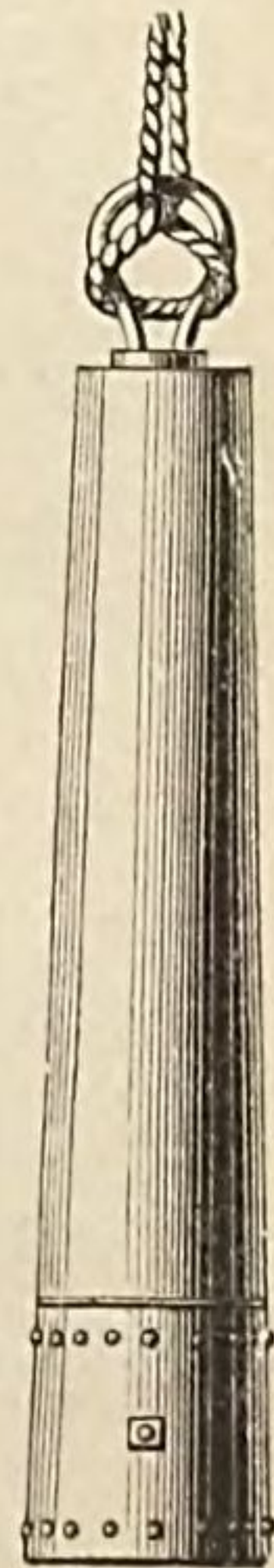


Fig. 5.

die beiden Flügelpaare. Die Leistungsfähigkeit dieses Apparates bei nicht zu großen Tiefen (bis zirka 1800 Meter) wird gerühmt.

Auf einem andern Prinzipie beruht ein, teilweise schon 1818 von Sir John Roß auf seiner Reise in die Baffinsbai in Anwendung gebrachtes, aber von Steil, dem Ingenieur des englischen Schiffes Bulldog (1860) nach Angaben von Sir L. M'Clintock modifiziertes Instrument zur Herausholung von Tiefseegrundproben. (Fig. 6.) Ein paar

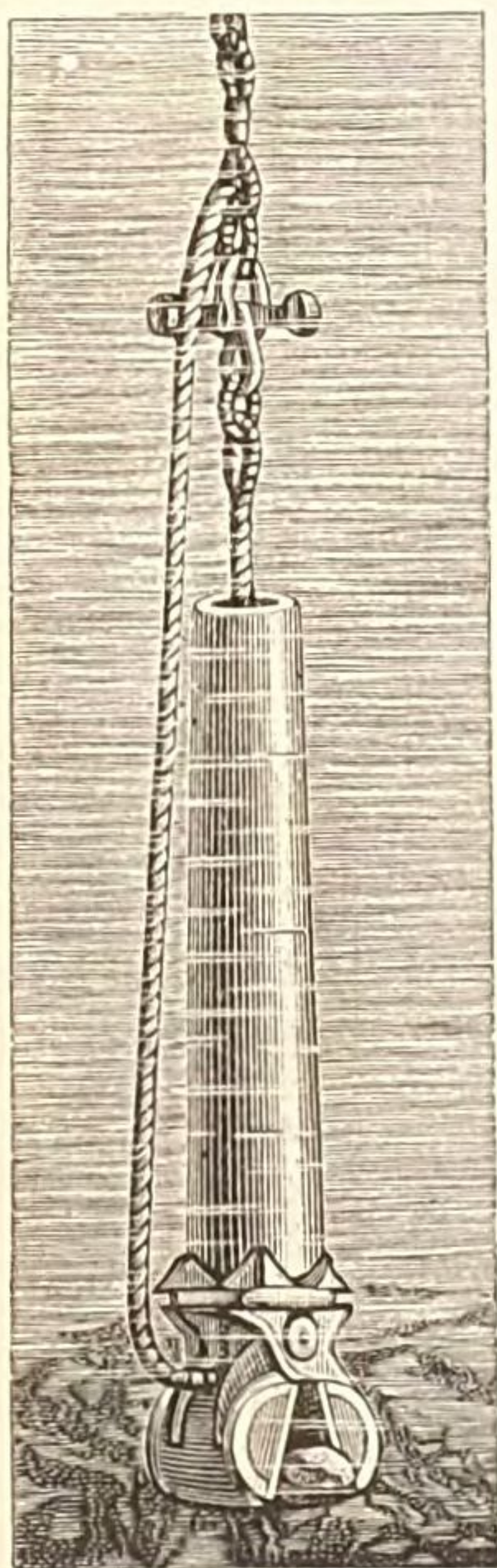


Fig. 6. Roß-Steil'sche Tiefseepinzette.

schaufelartige Backen bewegen sich wie eine Zange um eine Spindel und bilden, geschlossen, einen cylindrischen Kasten. Oberhalb der Spindel hat jede ein paar den Griffen der Zange entsprechende, abgeflachte, nach außen verbreiterte Anhänge. An der Spindel befinden sich zwei Schnuren: die eine ist die direkte Fortsetzung der Lotleine und läuft durch den zentralen Hohlraum eines schweren, kegelförmigen, freibeweglichen Metallmantels, der mit seinem untern Rande oben und innen auf den griffartigen Anhängen der Zange ruht und diese durch die Gewalt seines Druckes auseinandersperrt. Diese Griffe haben aber seitlich je eine Einkerbung, in welcher ein starker Ring von Kautschuk eingelassen ist, der bestrebt ist, die Griffe einander zu nähern und so die Zange zu schließen, aber durch die größere Kraft des lastenden Metallmantels daran verhindert wird, solange der Lotapparat hängt oder fällt. Eine zweite um die Spindel der Zange be-

festigte Schnur ist an einem Ringe der Lotleine angeknüpft, während die erstere durch den Mantel laufende an ein paar rechtwinklig gebogene Haken befestigt ist. Das Prinzip dieser Haken ist folgendes: jeder ist ein rechtwinklig gebogenes Stück Eisen und durch ihre Kniee geht eine Axe, an die auswärts von ihnen zugleich ein Bügel rechts und links befestigt ist, der an der Lotleine hängt. Der eine nach innen befindliche Teil des Hakens ist derart gekrümmt, daß er mit seinem Pendant eine Öse darstellen kann, die rechtwinklig zu ihm stehenden

oberen nach außen vorſpringenden Teile ſind weit ſtärker und viel ſchwerer, daher ſenken ſie ſich, ſich ſelbſt überlaſſen nach unten von der Axe und die innern beiden Hälften bilden dann keine Öſe mehr, ſondern klaffen auseinander. Sobald aber die Öſe durch eine nach unten ziehende Laſt, die ſtärker iſt als das Gewicht der beiden größeren Hakenschenkel, beſchwert wird, bleibt ſie geſchloſſen und dies iſt der Fall, wenn die Zange und der Metallmantel mittels der durch dieſen gehenden Schnur in jener Öſe hängt. Stößt nun der Apparat auf dem Boden auf, dann hört die Wirkung der ziehenden Kraft der Zange plus des Metallmantels auf, die Öſe giebt ſich auseinander und der Ring der Schnur löſt ſich, zugleich hört aber auch die Druckwirkung des Mantels auf die Griffe der Zange auf oder wird doch wenigſtens von der Zufammenzugskraft des Kautſchukrings weit übertroffen, die Zange ſchließt ſich, faßt aber zugleich zuſolge der Gewalt des Falles in den Boden, von dem nun eine Probe in den durch beide Zangenbacken gebildeten Kaſten hineingerät. Beim Herausholen des Lotapparats fällt der Metallmantel ab, aber die vom Kautſchukring geſchloſſene Zange bleibt mittels der zweiten äußeren Schnur an der Lotleine befeſtigt.

In der von Steil vollzogenen Umgeſtaltung der alten „Tiefſee-Pinzette“ (deep-sea clams) Sir John Roß' iſt ein Prinzip in Anwendung gebracht, auf dem der Brookeſche (Fig. 7) Lotapparat beruht. Brooke, ein junger amerikaniſcher Seeoffizier und Schüler des großen Ozeanographen Matthieu Fountain Maury (geb. 1806, geſt. 1873), erfand 1854 ein Tiefſeelot, von dem faſt alle moderneren Tiefſeelote bloße Modifikationen ſind. Brooke konſtruierte einen Eiſenſtab, einen „Peilſtock“, der an ſeinem einen, dem untern Ende hohl iſt, oben aber mittels der Öſen zweier beweglicher Arme in

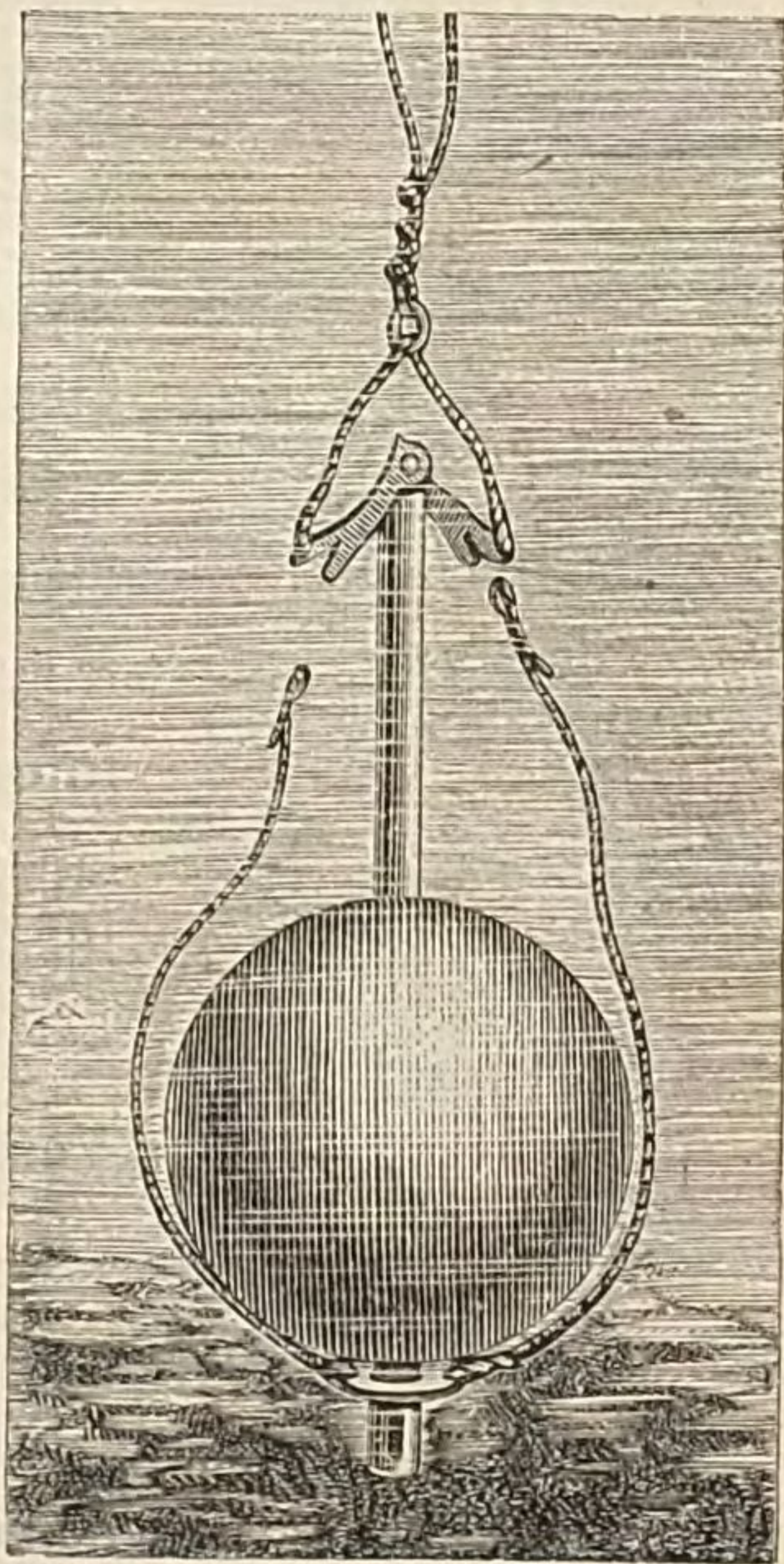


Fig. 7. Brooke's Tieflot.

einer Schnur hängt, die durch einen Ring am Ende der Lotleine läuft; jeder Arm hat an seiner untern Kante eine tiefe, von außen nach innen gerichtete Kerbe. Vor dem Sondieren wird nun der Stab durch eine zentral durchbohrte Kanonenkugel derart hindurchgesteckt, daß ein Stück deselben unten aus der Kugel frei hervorragt. Über dieses wird eine Metallscheibe gezogen, an welche jederseits eine hanfene oder lederne Schnur mit einer Öse am freien Ende befestigt wird. Die beiden Ösen werden in die Kerben der beiden

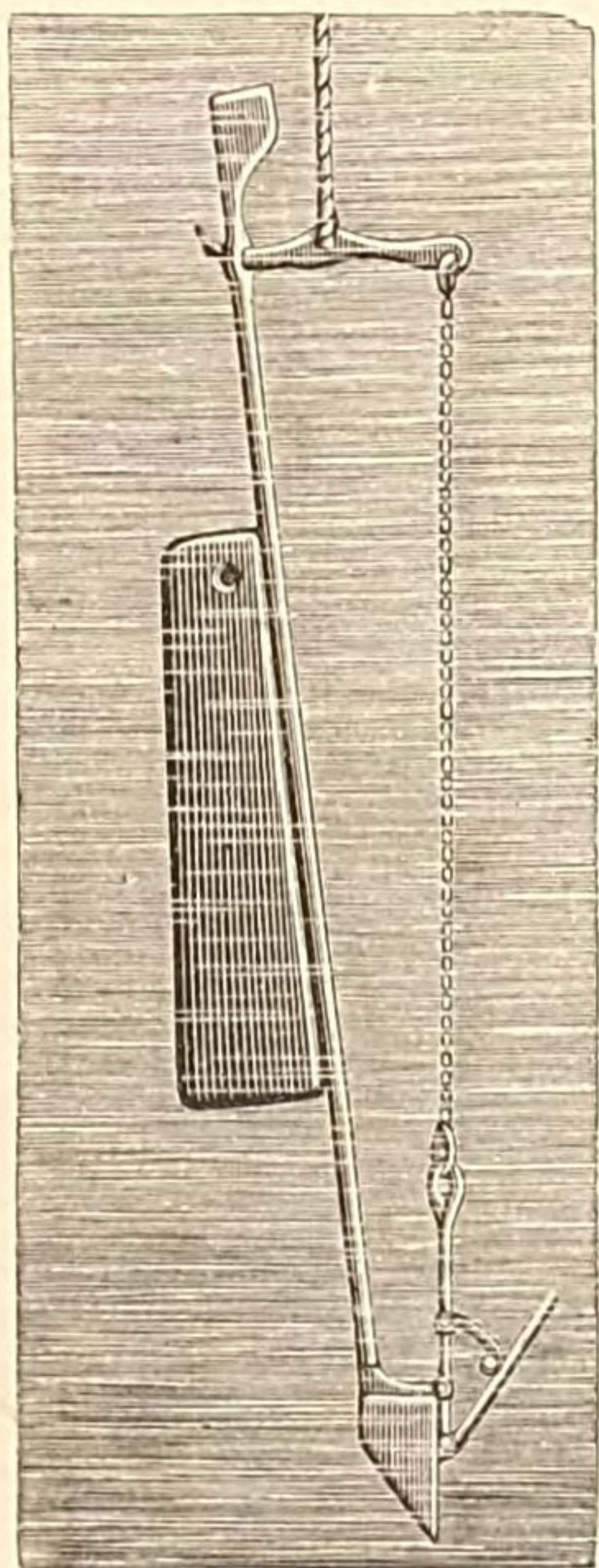


Fig. 8. Fitzgeralds Tieflot.

beweglichen Arme der Mittelfange eingehängt. Schwebt nun der Apparat, so werden die freien Enden der beiden Arme, infolge des Zuges der schweren Belastung auf die Lotleine, oberhalb des Peilstocks einander genähert und die Ösen der die Kugel tragenden Schnur hängen in den Kerben. Sobald aber der Peilstock auf den Boden aufschlägt, wird er gehoben und während er in die Höhe geht, senken sich die Arme und die Ösen lösen sich aus ihren Kerben aus, Schnur und Kugel fallen zu Boden. Der in der unteren Höhlung mit Talg ausgegossene Peilstock wird frei, was der die Lotleine führende Beobachter sofort merkt, worauf er dieselbe nicht weiter laufen läßt. Bis zu Tiefen von 2500 Meter soll dies Lotinstrument recht gut funktionieren.

Der Brookesche Apparat hat nun verschiedene Veränderungen und Verbesserungen erfahren. Eine derselben, das Fitzgerald-Lotinstrument (Fig. 8), wurde während der Expedition des Lightning gebraucht und wird von Wyville Thomson sehr gerühmt. Die Lotleine ist hier am untern Ende durch ein in der Mitte einer kurzen eisernen Querfange befindliches Loch gezogen. Die Stange selbst endigt an der einen Seite mit einer aufwärts gekrümmten Spitze und hat im andern Ende ein zweites Loch, in welchem eine Kette befestigt ist. Die gekrümmte Spitze greift in eine am obern Teile eines langen, schweren Eisenstabs unter-

halb eines ruderförmig verbreiterten Oberendes (um das Durchſchneiden des Waſſers zu erleichtern) befindliche Öſe ein. Am untern Ende iſt ein ſchauſelartiger, ſeitlich offner Kaſten mit ſcharfem, ſpatelförmigem Unterrande angebracht. Am gegenüberliegenden obern Rande befindet ſich ein in Angeln drehbarer Verſchluß oder eine Thüre, die durch bewegliche Querſtücke nach oben mit einer, den Schaufelkaſten mit der vorher erwähnten Kette vereinigenden, kurzen Stange verbunden iſt. Am untern Ende iſt dieſe Stange gleichfalls mittelſt Scharnier an den Kaſten befeſtigt. Der große, ſchwere Eiſenſtab hat an dem mittleren Abſchnitte ſeiner Außenseite zwei nach oben gekrümmte Zapfen, welche eine ſchwere, dicke Metallplatte tragen.

Der Apparat iſt ſo eingerichtet, daß beim Herablaſſen der obere kurze Querbalken horizontal ſteht; beim Aufstoßen auf den Boden hört aber die Wirkung der Zugkraft des ſchweren Eiſenſtabs plus Gewichtes auf beide Enden des Querbalkens auf, ſie wirkt nur noch auf das eine, zugespitzte, welches ſich demzufolge ſenkt und ſich aus dem Loche herauszieht, während das Plattengewicht ſich von ſeinen Tragezapfen loslöst. Zugleich hebt ſich aber die Schaufel als untere Verlängerung des ſchweren Eiſenſtabs nach oben und greift in den Sand oder Schlamm des Bodens ein. Wird nun der ganze Apparat aufwärts gezogen, ſo fällt der lange Stab ziemlich in die Richtung der Kette und damit der Lotleine und die Schaufel wird inſolge ihres Gewichtes mit der Grundprobe gefüllt, an ihren Deckel oder ihre Thüre angedrückt und beim Aufziehen geſchloſſen erhalten.



Fig. 9.
Hydralot.

Die Lote, deren man ſich auf der Porcupine- und Challengerexpedition bediente, ſind einfacher und ſtehen dem Brookeſchen Apparat näher. Das auf der Reiſe des Porcupine und anfangs auch auf der des Challenger benutzte Lot (Fig. 9) wurde auf der Fahrt des Schiffes „Hydra“ im arabiſchen Meere von dem Grobſchmied des Schiffes, Gibbs erfunden und heißt nach dem Fahrzeug das „Hydra-Lot“. Wyville Thomſon und W. Spry, der erſte Ingenieur der Challengerexpedition, geben davon folgende Beſchreibung: der Peiſtock iſt eine

40 Zoll lange und $1\frac{1}{3}$ Zoll weite, feste Messingröhre, die in vier Kammern geteilt ist; die oberste derselben ist die längste, die unterste hat am freien Ende ein Schmetterlingsklappenventil, zwischen den andern finden sich Kegelklappen. Die oberste enthält einen Kolben, dessen Stange sich nach oben in einen Stab fortsetzt, an welchem die Lotleine mittelst eines Ringes befestigt ist. Ihre Wandung hat ungefähr in der Mitte jederseits ansehnliche Löcher. Seitlich am obern Stabende befindet sich ein zahnartiger Zapfen, über den eine gebogene stählerne Spannfeder weggeht, die in der Mitte eine Öffnung zum Durchtritt des Zapfens besitzt, während ihre Enden an den Stab befestigt sind. Wird diese Feder kräftig niedergedrückt, so kann der Zapfen durch ihre mittlere Öffnung hindurchtreten. Die Gewichte sind aus Gußeisen, wiegen je 50 Kilogramm, haben eine cylindrische Gestalt, sind in der Mitte zum Durchtritt der Peilröhre durchbohrt, an den Rändern aber verfalzt, so daß sie eine einzige Masse bilden. Die Zahl der Gewichte richtet sich nach dem wahrscheinlichen Betrag der zu messenden Tiefe, — auf je 1000 Faden ein Gewicht. Sie hängen in einer Schlinge von Eisendraht und lasten dabei auf einer Metallscheibe. Vor dem Loten werden die Eisencylinder auf die Peilröhre aufgereiht und die Trageschlinge über das Ende des Zapfens gehängt, so daß durch die Druckkraft der Gewichte die Spannfeder niedergehalten wird. Beim Aufstoßen auf dem Boden ziehen die Gewichte den Kolben nieder, was aber nicht sehr schnell geht, da ja in der Röhre unterhalb des Kolbens sich Wasser befindet, das ziemlich langsam erst aus den seitlichen Öffnungen in der Wand entweicht. So ist Zeit genug vorhanden, daß das mit der Schmetterlingsklappe versehene freie Ende genügend tief in den Boden eingetrieben werden kann. Hat die Gewichtsmasse Grund gewonnen, dann hört der durch die Drahtschlinge auf die Spannfeder ausgeübte Druck auf, diese kehrt in ihre ursprüngliche Lage zurück und schiebt dabei die Schlinge vom Zapfen herab. Der Peilstock wird beim Herausziehen aus den durchbohrten Eisencylindern herausgezogen, diese bleiben auf dem Meeresboden, während in den mittlern beiden Kammern der Röhre sich Wasser, in der untersten aber eine Grundprobe befindet.

Im weitem Verlauf der Challengerexpedition wurde eine vom

Commodore C. W. Baillie erfundene Modifikation der „Hydra-Maschine“ in Anwendung gebracht (Fig. 10), deren Peilröhre 48 Zoll lang und 3 Zoll weit war. Die Gewichte sind gerade wie bei dem ursprünglichen Modell an die Röhre aufgereiht, aber die Drahtschlinge hängt hier über einem beweglichen Haken, der, nachdem das Lot auf dem Grunde aufgestaucht ist, über einen konischen Zapfen fällt, wodurch die Drahtschlinge sammt den Gewichten losgelöst wird und beim Aufziehen auf dem Boden bleibt. Infolge des größeren Kalibers der Peilröhre ist die Grundprobe ansehnlicher als wie diejenige, welche die Hydra-Maschine mit heraufbringt.

Auf einem ganz andern Prinzipie beruht Sir William Thomsons Lotapparat. Derselbe besteht aus einer an einem Ende offen und in einer oberhalb des eigentlichen Lotgewichtes befindlichen Messingröhre eingeschlossenen zwei Fuß langen Glasröhre. Die in dieser ursprünglich befindliche Luft wird durch den Druck des eindringenden Wassers immer mehr und mehr zusammengepreßt, mithin wird der Grad des Druckes durch den Höhenstand des Wassers in der Röhre angezeigt. Um diesen Höhenstand aber zu fixieren, ist die Röhre innen mit einem Belag von rot erscheinendem chromfauern Silber versehen. Soweit das Seewasser eindringt, veranlaßt es eine Verfärbung dieses Belags in weißlich-gelb, wonach man also den Stand des Wassers in der Röhre erkennen, weiter dessen Druck auf die in ihr enthaltene Luft und somit aus dem Druck wieder die vom Apparat erreichte Tiefe berechnen kann, unabhängig von der Länge der Leine. Leider arbeitet der Apparat nur bis zu Tiefen von 150 Faden (275 Meter).

Im Jahre 1878 schlug ein englischer Seeoffizier, Th. F. Jewell, folgendes Lotinstrument vor: das Lotgewicht oder der „Sinker“ ist ein eiserner, 26,5 Zoll langer, umgekehrter, schlanker Kegel, oben mit 5, unten mit 3 Zoll Durchmesser. In ihm befindet sich ein runder,

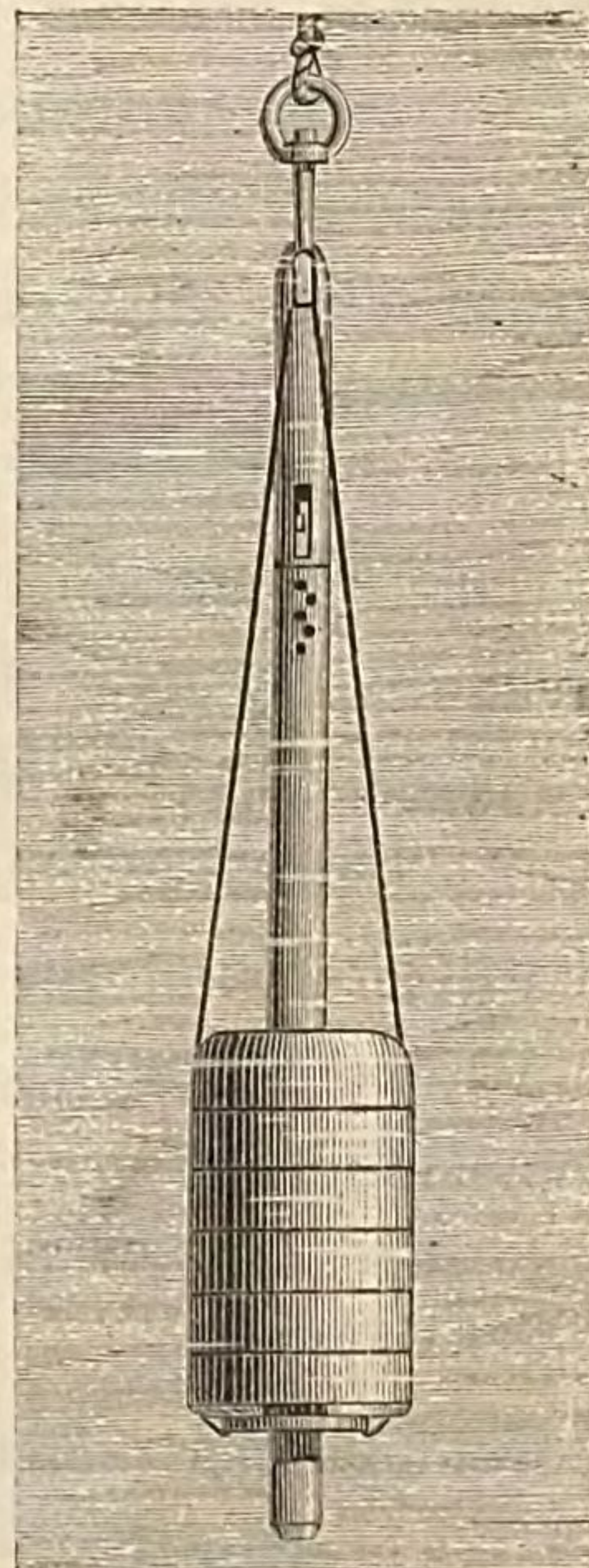


Fig. 10. Hydra-Lot des Challenger.

zentraler Hohlraum von zwei Zoll Durchmesser, der vom obern Ende bis zu einem Zoll oberhalb seines untern reicht. Diese Höhlung enthält eine zirka 48 Zoll lange, an einem Ende geschlossene, in der Mitte gekrümmte Glasröhre mit zwei Schenkeln, jeder von 24 Zoll Länge. Dieselbe wird, die Biegung nach oben, in den Hohlraum gesteckt und dieser selbst am obern Ende durch einen eingeschraubten an der Lotleine befindlichen Zapfen verschlossen. Im Boden des Metallmantels und oben im Zapfen sind durchgehende Löcher, welche dem Wasser den Zutritt zum zentralen Hohlraum gestatten. In dem Maße, wie das Lot tiefer und tiefer fällt, steigt das eingedrungene Meereswasser in dem unten offenen Röhrenschenkel und komprimiert die in der Röhre enthaltene Luft nach dem geschlossenen Ende hin. Wenn die Wasserfäule den höchsten Punkt der Biegung der Röhre erreicht hat, ist der Apparat, wie zu berechnen, in einer Tiefe von $5\frac{1}{2}$ Faden angelangt. Bei jedem weiteren Sinken des Lotes tritt nun Wasser in das untere Ende des geschlossenen Schenkels über, die Kompression der Luft wird in dessen obern Teile stattfinden und ihr Grad, folglich auch der Grad des Wasserdrucks und damit der Grad der vom Apparat erreichten Tiefe ergeben sich aus der Höhe der Wasserfäule im untern Abschnitt des geschlossenen Röhrenschenkels. Über die praktische Anwendung dieses Lotinstrumentes ist dem Verfasser nichts bekannt geworden, doch dürfte sich derselbe kaum für Messungen beträchtlicherer Tiefen eignen.

Ein Jahr (1874) vor der Veröffentlichung des Jewellschen Projekts hatte Tardieu der französischen Akademie einen Tiefsee-Lotapparat vorgelegt, über dessen weitere Benutzung indessen auch noch nichts bekannt geworden ist. Derselbe besteht aus einer Kautschukhohlkugel mit Wandungen von einigen Centimetern Dicke, welche mittelst einer Röhre von geringem Kaliber und mit Schmetterlingsklappe mit einem oberhalb befindlichen eisernen Reservoir kommuniziert. Die Kautschukkugel wird nun mit Quecksilber gefüllt und jede Zunahme von äußerem, durch das Wasser ausgeübtem Druck beim Fallen des Lotes läßt eine bestimmte Menge von Quecksilber aus der Kugel durch die Röhre in den eisernen Behälter steigen, die infolge des Klappenapparats nicht zurückkann. Es erlaubt nun, wenn der Apparat in der Tiefe gewesen ist, das Gewicht

der in das Reservoir übergetretenen Quecksilbermenge den Druck, dem er ausgesetzt und damit die Tiefe, bis zu welcher er gelangt war, zu bestimmen.

Dieses Instrument würde, wie das Lot von Sir William Thomson, einen großen Vorzug haben, daß es nämlich die richtige Tiefe angeben würde, gleichgültig, ob es in einer senkrechten oder schrägen Richtung dieselbe erreicht hätte. Das ist bei den Apparaten, bei welchen die erreichte Tiefe durch die Länge der Leine bestimmt wird, nicht der Fall: hier können sich durch den Einfluß von Strömungen etc. bedeutende Störungen und damit Irrtümer einstellen.

Dergleichen Fehler in der Fehlerquelle zu vermeiden ist auch der Zweck des Maffey-Tiefen-Indikators. Derselbe besteht aus einer ovalen Messingscheibe, welche an beiden Enden mit je einer Rolle versehen ist. An der obern ist die Lotleine befestigt, an der untern mit einer zirka einen halben Faden langen Schnur das Gewicht. Unterhalb der Mitte findet sich quer zur Längsaxe der Scheibe ein Rad mit vier Speichen oder Flügeln in einer solchen Stellung, daß, wenn der Apparat fällt, das Rad und seine Axe unabhängig von der Strömung nur durch den Wasserdruck bewegt werden. Die rotierende Axe überträgt ihre Bewegung auf die Zeiger zweier Zifferblätter, die derart eingerichtet sind, daß auf dem einen Blatte sich der Zeiger nach Zurücklegung von 15 Faden einmal völlig herumgedreht hat. Bei größeren Tiefen muß ein anderer Zeiger und ein anders eingeteiltes Zifferblatt mit der rotierenden Axe in Verbindung gebracht werden. Nach Wyville Thomson soll dieser Apparat bei mäßigen Tiefen recht gut zu verwenden sein, bei größeren wird er aber unzuverlässig, wie alle Instrumente mit metallenen Räderwerk, was wahrscheinlich eine Folge des kolossalen Druckes des Wassers ist.

Die „Nature“ vom 18. März 1882 brachte die Notiz, ein russischer Seeoffizier (genannt ist er nicht) habe einen Apparat zur Bestimmung der Meerestiefen erfunden, der ohne Leine funktioniere. Das Instrument bestehe aus einem Stück Blei, einem kleinen Rade mit einem Registrierapparat für die Zahl der Umdrehungen, wie am Maffey'schen Indikator, und einem Schwimmer. Wenn das Instrument sinkt, so rotiert auch an ihm infolge des Wasserdrucks das Rad und die registrierten Um-

drehungen zeigen die Tiefe an. Ist der Boden erreicht, so löst sich, wahrscheinlich ähnlich wie am Brookeschen Lot, das Bleigewicht los und der Schwimmer tritt in Thätigkeit, sodaß die Maschine zur Oberfläche des Meeres steigt, wo sie leicht aufgefischt und das Register abgelesen werden kann.

Sollte sich dieser Apparat wirklich nach allen Richtungen hin und namentlich auch bei großen Tiefen bewähren, so wäre das Loten sehr wesentlich erleichtert. Denn im übrigen ist es, namentlich wenn es bei tiefem Wasser vorgenommen werden soll, ein langwieriges und mühseliges Geschäft. Das Lot selbst bildet ja nur einen Teil der Maschine, der andere besteht aus der Leine und den Hilfsapparaten. Früher nahm man allgemein zu den Lotleinen Manilahanf, gab ihnen einen Umfang von zirka 4 Centimeter, sodaß sie ein Gewicht bis zu 700 Kilogramm zu tragen vermochten. Die Anwendung des Hanfs ist indessen mit einigen Unzuträglichkeiten verbunden: so ist namentlich der Reibungswiderstand im Wasser bedeutend, wodurch das Fallen des Lotes nicht unwesentlich erschwert wird. Dem hat man nach dem Vorgange Sir William Thomsons dadurch zu entgehen versucht, daß man die Leinen aus Klavierfahndraht von 7 mm Durchmesser verfertigt, sodaß sie eine weit glattere Oberfläche haben und das nämliche Gewicht bei viel geringerem Umfange zu tragen vermögen als hanfene.

Jede Leine wird außerdem mit Teilungszeichen versehen, welche wenigstens auf der Challengerexpedition bei 25, 125, 225 u. f. w. sowie bei 75, 175, 275 u. f. w. Faden weiß, bei 50, 150 u. f. w. rot und bei 100, 200 u. f. w. blau waren.

Lotungen in tiefem Wasser müssen von einem Dampfer aus geschehen, da ein Segelschiff auch bei absoluter Windstille durch die immer auf der Oberfläche des Meeres stattfindenden Strömungen (Dünungen) auch in verhältnismäßig kurzer Zeit auf ziemlich weite Strecken abgetrieben werden kann, wodurch natürlich das Resultat der Lotung in seiner Richtigkeit wesentlich beeinträchtigt wird. Will man loten, so wird alles Segelwerk weggenommen und die Kraft der Dampfmaschinen so reguliert, daß das Schiff durch die Oberflächenströmungen nicht abgetrieben wird. Darauf wird nahe der Spitze der großen Raae

ein sogenannter Patentblock befestigt (d. h. ein Flaschenzugkolben mit metallener Drehscheibe) und an diesen ein Accumulator. (Fig. 11.) Ein solcher Accumulator besteht aus zwei, ungefähr 0,5 Meter von einander entfernten Scheiben, welche nahe ihrer Peripherie eine Anzahl (zirka 20) Löcher haben, durch welche entsprechend viel Gummistricke von $\frac{3}{4}$ Zoll Stärke gezogen sind, die oberhalb der obern und unterhalb der untern Scheibe in einem Punkte zusammenlaufen. Diese Stricke können sich bis auf 17 Fuß ausdehnen, wenn ein jeder mit 35 Kilogramm belastet wird (also bei zwanzig Stricken: $20 \cdot 35 = 700$ Kilogramm). Der Accumulator soll beim Loten (mehr noch beim Dredschen) alle plötzlichen Rucke, welche durch Bewegung des Schiffes oder auch durch die Gewichtszunahme des ins Wasser eindringenden Teils der Lotmaschine entstehen und unter Umständen die laufende Lotleine zerreißen könnten, in ihrem Effekt neutralisieren. Am untern Ende des Accumulators ist wieder ein Patentblock, über dessen Scheibe die Lotleine gelegt wird. Wenn so zum Loten alles klar ist, dann hängt der Apparat an der Schiffsseite senkrecht über dem Wasser und beim Kommando „Fallen“ tritt die Dampfrolle in freie Thätigkeit und der Dienstthuende notiert genau nach Minuten und Sekunden die Zeit, wann der Apparat zu arbeiten beginnt und ebenso diejenige, wann je eine 100-Faden-Marke ins Wasser tritt: „aus der so gefundenen Geschwindigkeit des ablaufenden Lotes und aus dem

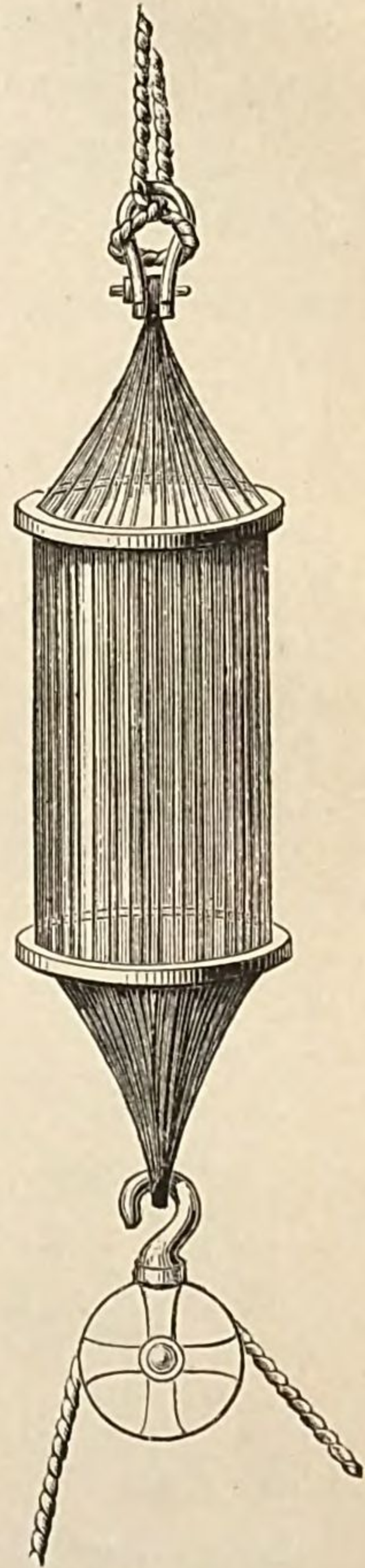


Fig. 11. Accumulator.

empirisch hergeleiteten Verhältnis der Abnahme der Geschwindigkeit mit der Tiefe infolge der Reibung im Wasser kann man die Tiefe des von dem Lote durchstrichenen Wassers bestimmen“ (v. Boguslawski).

Sobald das beschwerte Lot den Grund berührt, dringt, wie wir fahen, der Peilstock in den Meeresboden durch die Gewalt des Aufschlagens ein und wird zugleich frei, aber die Lotleine läuft noch

weiter infolge des Beharrungsvermögens und ihrer eignen Schwere. Sie läuft jedoch weit langsamer, und der Moment, wann der langsamere Lauf eintritt, heißt der Sprung und entspricht ziemlich dem Moment des Aufstoßens des Lotes auf dem Grunde und muß daher gleichfalls nach der Sekunde genau notiert werden.

Der Lotapparat, welchen die Franzosen 1883 auf der Expedition des Talisman benutzten, war von dem Marineingenieur Thibaudier

konstruiert und zeigte ein etwas anderes Arrangement.

Von diesem Apparat gibt H. Filhol folgende Beschreibung: er besteht zunächst aus der Rolle P (Fig. 12), auf welcher 10000 Meter Stahldraht von 1 mm Durchmesser aufgerollt sind. Von hier verläuft der als Lotleine funktionierende Draht über ein Rad B, das genau einen Meter Umfang hat. Von diesem steigt der Draht zu einem sogenannten Wagen A

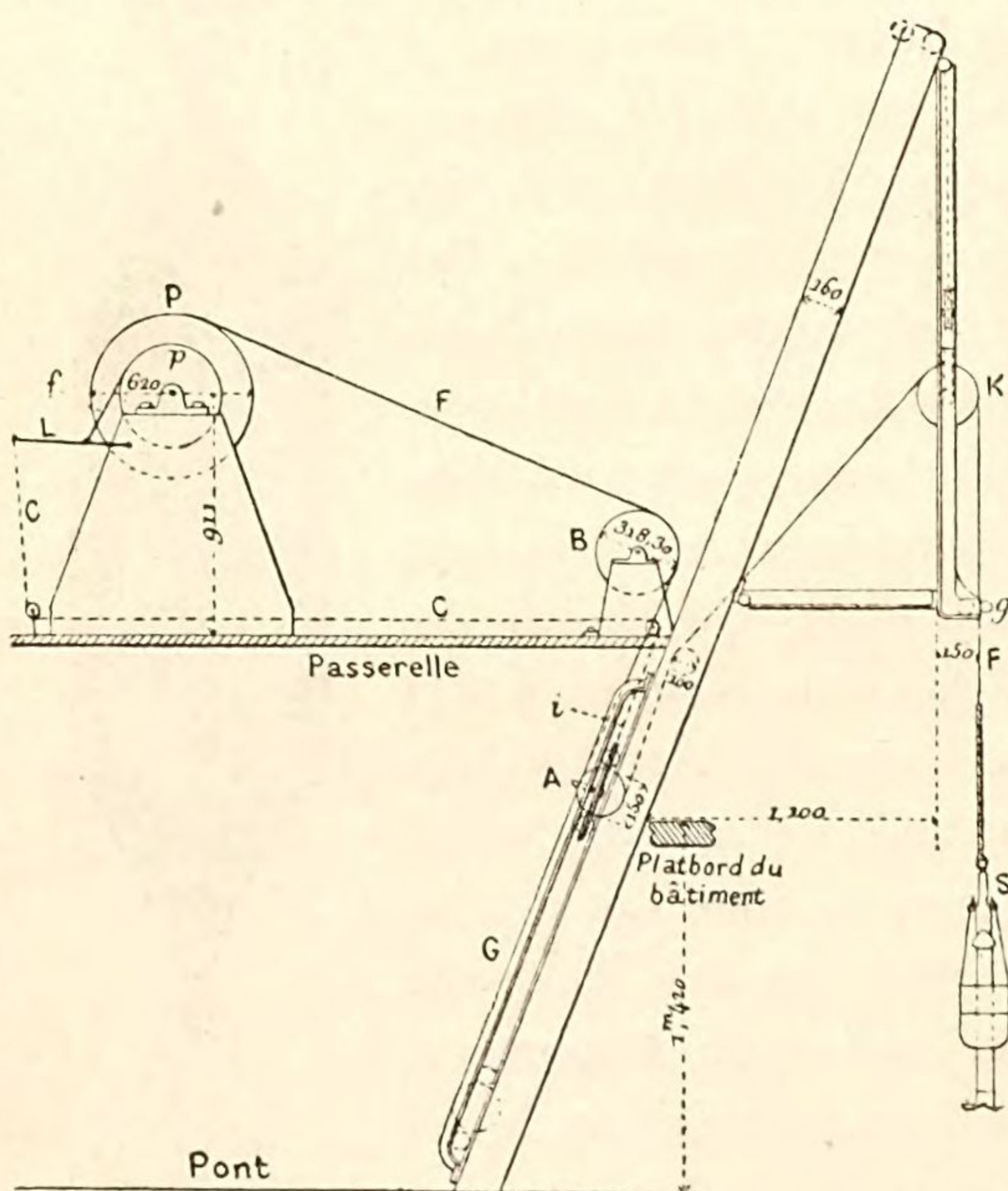


Fig. 12. Lotapparat des Talisman.

hinab, der sich der Länge nach in einem hölzernen Rahmengerüst bewegt, legt sich dann wieder über einen festliegenden Kloben K und trägt das eigentliche Lot S, nachdem er durch einen Führungsapparat hindurchgetreten ist von der Konstruktion, daß das ganze Lotinstrument nicht durch das Schaukeln des Schiffes beeinflußt werden kann. Das Rad trägt an seiner einen Achse eine endlose Schraube, welche zwei Zahnräder in Bewegung setzt: diese geben die Zahl der Umdrehungen des Rades an und zwar das eine die Einer, das andere die Hunderte, das letztere ist auf 10000 Meter graduirt. Jede Um-

drehung des Rades B entspricht einem Meter und die vom Registrierapparate (Fig. 13) notierte Zahl der Umdrehung der Zahl von Metern des abgelaufenen Drahts. An der Axe der Drahtrolle P befindet sich ein Kurbelwerk p mit einem Gurt f, welches durch einen Hebel L in Bewegung gesetzt werden kann. Dieser Hebel wieder ist an seinem Ende mit einer Schnur C versehen, die über zwei eingeschaltete Rollen laufend oben an den Wagen A befestigt ist. Je nachdem nun infolge der Schaukelbewegung des Schiffes die Spannung des Stahldrahts vermehrt oder verringert wird, sinkt oder steigt der Wagen in seinem Rahmen. Diese Bewegung wird auf das Kurbelwerk übertragen und so die Schnelligkeit des Abrollens des Drahtes von der Rolle P geregelt. So wirkt dieser Teil der Maschine als sehr fein arbeitender Accumulator.

Der Betrieb dieses Apparats ist leicht verständlich: an Bord wird das eigentliche Lot mit seinen beschwerenden Gewichten zurechte gemacht, ein Mann übernimmt den Hebel, der Registrierapparat wird auf 0 eingestellt. Ist alles klar, so setzt der Mann am Hebel (Fig. 14) das Kurbelwerk durch Loslassen des Hebels, sodaß der Zug des schweren Gewichts am andern Ende der Drahtleine wirken kann, in Bewegung und das Abrollen der Leine vollzieht sich bis zu dem Augenblick, wo das Lot auf dem Meeresboden aufschlägt.

Eine Tieffeelotung ist aber immer ein ziemlich viel Zeit erforderndes, mehrere Stunden dauerndes Geschäft, namentlich geht das Aufholen des Lotes, obgleich es mit einer Dampfmaschine geschieht, ziemlich langsam von statten.

Die mit diesen modernen Hilfsmitteln in neuerer Zeit ausgeführten Tieffeemessungen, wie sie in größerem Stile im atlantischen Ozean vom Challenger und dem deutschen Schiffe „Gazelle“, im stillen Ozean aber von diesen beiden Schiffen im südlichen und von dem amerikanischen Schiffe „Tuscarora“ im nördlichen Teile vorgenommen worden sind, haben

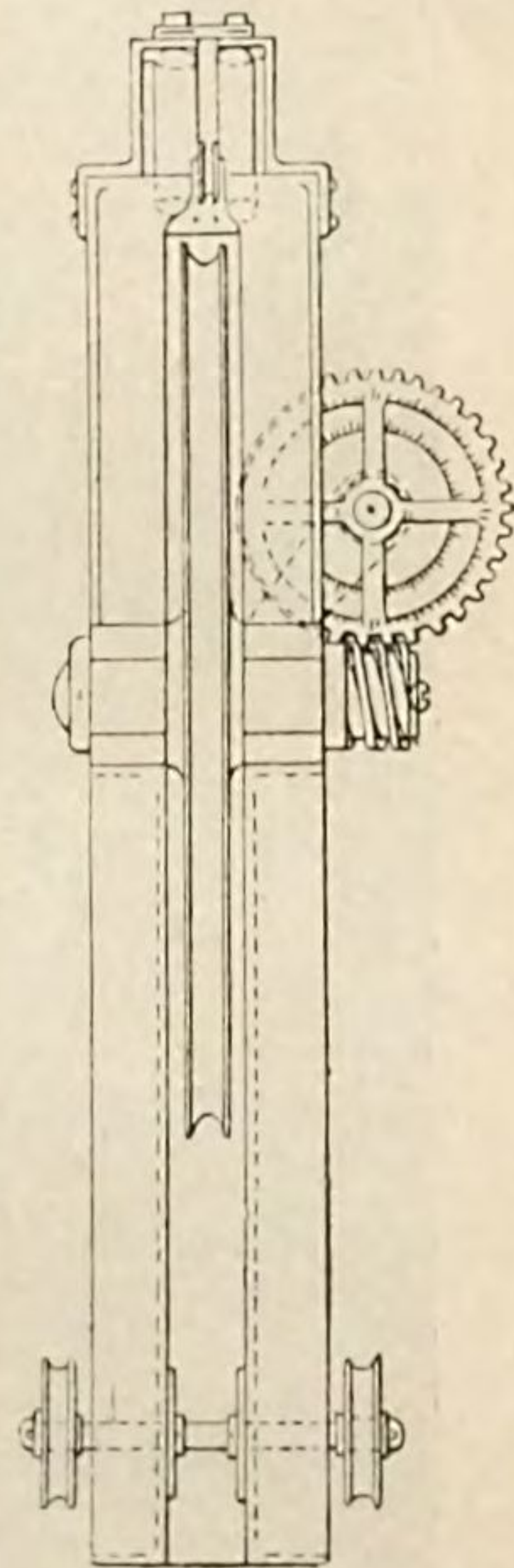


Fig. 13. Registrierapparat.

ältere Ansichten über die Tiefen und über die Konfiguration des Meeresbodens vollständig umgestaltet. An der Hand früherer ungenügender Beobachtungen glaubte man im südlichen atlantischen Ozean Tiefen von 7706 Faden (14 100 m) bis zu 8300 Faden (15 180 m) gefunden zu haben,

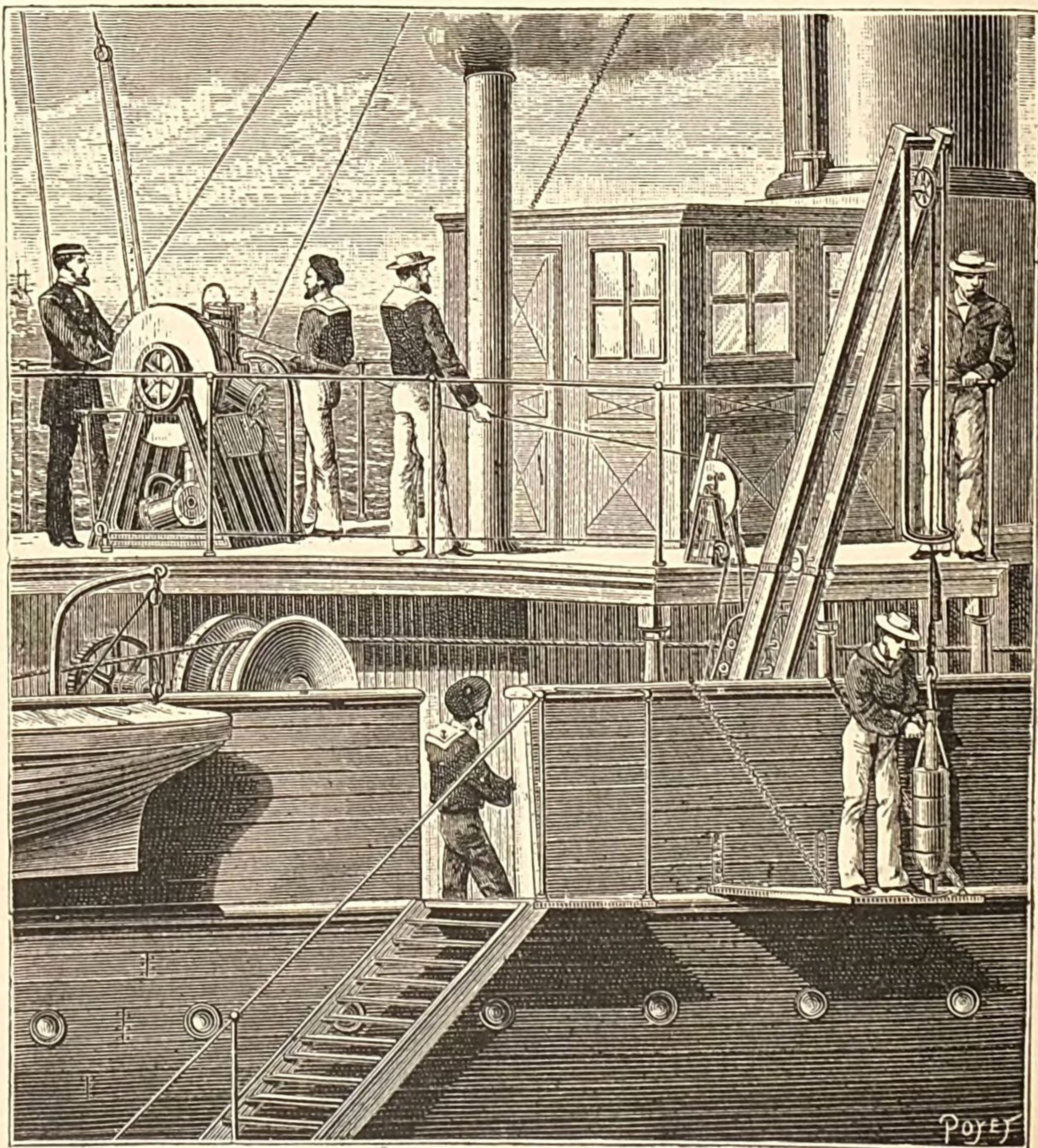


Fig. 14. Fertig zum Loten.

Zahlen, welche schon Maury um ein Drittel zu reduzieren für nötig fand. Aber auch diese herabgesetzten Zahlen haben sich den neueren Erfahrungen gegenüber als viel zu hoch gegriffen herausgestellt: die gegenwärtig bekannte größte Tiefe des atlantischen Ozeans beträgt

7086 m (3875 Faden) und befindet sich ungefähr 85 Seemeilen nördlich von der westindischen Insel St. Thomas unter $19^{\circ} 41'$ N. Br. und $65^{\circ} 7'$ W. L. Eine bedeutendere Tiefe, 4655 Faden (8513 m), fand 1874 die Tuscarora nordöstlich von Tokio unter $44^{\circ} 55'$ N. Br. und $152^{\circ} 26'$ Ö. L. Wenn eine gewaltige Erdrevolution den höchsten Berg unseres Planeten, den im Himalaja gelegenen Mount Everest oder Gauri-fankar in diese Tiefe stürzen könnte, so würde seine Spitze als ein bescheidenes Inselchen von 327 m Höhe, um 1895 m niedriger als der Pico-alto auf den Azoren, aus dem Meere hervorragen. Solche Tiefen sind indessen Ausnahmen: als durchschnittliche Tiefe für das Weltmeer überhaupt hat man 3440 m, für den atlantischen Ozean 3681 und für den stillen 3887 m im besonderen berechnet. Aber was sind diese Tiefen im Verhältnis zur Oberfläche des Weltmeeres? Hat Croll nicht Recht, wenn er sagt, das Weltmeer sei im Verhältnis zu seinem Umfange so flach, als ob das Wasser in einer Schüssel von 100 m Durchmesser 3 cm hoch stehe? —

Die Verteilungen der Tiefen auf die verschiedenen Ozeane und Meere sind bei einer Betrachtung des Tierlebens von nur sehr untergeordnetem Interesse und wir können sie hier füglich bei Seite lassen. Wer sich besonders dafür interessiert, der findet in v. Boguslawski, Handbuch der Ozeanographie (Stuttgart 1884) B. I, pg. 51—126 eine vorzügliche Zusammenstellung.

Die Bodenbeschaffenheit des Meeres. Schon mit den alten Handloten, mehr noch mit Sir Roß' Tieffee-Pinzette waren, wie wir sahen, Vorrichtungen verbunden, Proben des erreichten Bodens mit an die Oberfläche des Meeres zu bringen. Diese Vorrichtungen sind nach dem vorher Entwickelten immer mehr vervollkommnet worden und auch die Tieffee-Schleppnetze bringen, oft mehr als gewünscht, Gesteinstücke und Schlamm Massen mit an das Tageslicht herauf. Was wir bis jetzt von den verschiedenen Arten des Meeresbodens und von ihrer Verteilung im Weltmeere auf diese Weise kennen gelernt haben, erlaubt

uns schon von einer „submarinen Lithologie“ als einem Teile der allgemeinen Geologie zu reden.

Wie der größte Teil des Festlandes mit einer eigenartigen Erdschichte, dem Humus, bedeckt ist, die aus einer Mischung von anorganischen und organischen Resten in verschiedenem Verhältnisse besteht, so wird auch der Boden des Meeres von einem Niederschlag bedeckt, der aus sehr verschiedenen Resten mineralischer, tierischer und pflanzlicher Natur bestehen und zusammengesetzt sein kann. Vor der Expedition des Challenger waren unsere Kenntnisse über diesen „Tiefsee-Humus“ sehr lückenhaft, ja so gut wie überhaupt nicht vorhanden. Erst seit dieser Reise und besonders seit den glänzenden Untersuchungen des an derselben als Geologen beteiligten John Murray, dessen und A. Renards Darstellung (in der „Nature“ vom Mai und Juni 1884 und in den „Proceedings of the Royal Soc. of London“, Vol. XXIV) wir im Folgenden auszugsweise wiedergeben wollen, sind wir über die geologischen Verhältnisse der abysstischen Räume besser unterrichtet als über diejenigen vieler und ausgedehnter Territorien Asiens, Afrikas und Australiens.

Den Untersuchungen der genannten Forscher lag ein bedeutendes Material vor, das nicht bloß aus den Grundproben bestand, die bei den vom Challenger vorgenommenen Peilungen gewonnen worden waren, sondern auch aus jenen, welche während früherer englischer und amerikanischer Fahrten sich angesammelt hatten. Die Schlamm- und Schlickmassen, welche mit der Dredfche beiläufig mit heraufgebracht werden, pflegen zwar weit voluminöser als die mittelft der Lotung erbeuteten zu sein, sind aber in der Regel auch weniger wertvoll, da sie, während des Herausholens im Netze dem Einflusse des Wassers ausgesetzt, teilweise zu sehr ausgewaschen werden. Die eigentliche Untersuchung hat auf den geringen Mengen von Substanz des Meeresbodens zu beruhen, welche in die Endkammern der Peilstöcke eindringen, — als wertvolles Kontrolmaterial mögen die beim Dredfchen erhaltenen Grundproben immerhin dienen.

Im ganzen ist es aber doch nur ein quantitativ knappes Material, welches dem submarine Geologie treibenden Forscher im Vergleich mit

feinen oberseeische Verhältnisse untersuchenden Fachgenossen zu Gebote steht. Und nicht bloß das, — es kommen auch noch andere Momente mit hinzu, das Studium der auf dem Meeresboden sich anammelnden Niederschläge wesentlich zu erschweren: die Bestimmung der Substanzen, aus welchen der unterseeische Schlamm besteht, wird durch ihre Kleinheit ungemein mühselig, zumal die Hülfe des Mikroskops den Beobachter vielfach im Stiche läßt. Er kann nicht, wie das dem Geologen und Geognosten durch die gegenwärtigen Hilfsmittel sonst so leicht gemacht ist, aus seinem nichtkompakten Material Dünnschliffe machen, welche eine weitgehende mikroskopische Untersuchung gestatten. Weiter haben die feinsten Teilchen, welche tief drunten nach mancherlei, nicht spurlos an ihnen vorübergegangenen Schickfalen und Irrfahrten den Boden des Meeres bedecken, ihre charakteristischen Formen verloren, sie sind amorph geworden, ja viele haben unter dem Einflusse des Seewassers und der diesem beigemischten Gase selbst ihre chemischen Eigenschaften eingebüßt.

Wie schwierig, ja aussichtslos ist es nicht schon die Herkunft der Millionen kleinster Teilchen, welche einen Kubikzoll Tiefseeschlamm bilden, bestimmen zu wollen? wie viele Faktoren wirkten nicht zusammen, die nach Art und Ursprung so verschiedenartigen Elemente gerade an dieser Stelle des Erdballs zusammenzuführen! Da sind erstens die so mannigfach die Meere in verschiedener Richtung über- und untereinander durchkreuzenden Strömungen zu nennen, dann die vertikale Verteilung der Temperaturen und damit auch der spezifischen Schwere im Wasser, nach denen sich einmal die Gegenwart organisierter, am Aufbau des Bodensatzes mächtig beteiligter Wesen richtet, die weiter aber auch das Sinken und Steigen feinsten anorganischer Gebilde regeln werden. Was wird nicht alles vom Lande her den Ozeanen zugeführt! — Nicht nur

brausen Stürme um die Wette
Vom Meer aufs Land, vom Land aufs Meer!
Und bilden wüthend eine Kette
Der tiefsten Wirkung ringsumher —

auch die schwächsten Luftströmungen, uns Menschen kaum bemerkbar, führen im Laufe der Zeiten Taufende von Centnern feinsten Staubes,

hinaus auf den Ozean, wo er herabsinkt und langsam, ganz langsam nach und nach zu Boden fällt. Welche ungeheure Massen anorganischer und organischer Substanz tragen die Ströme, Flüsse und Bäche im Laufe eines Jahres dem Weltmeer zu, welche gewaltige Lasten werfen nicht von Zeit zu Zeit oberirdische und unterseeische Vulkane in die verschiedenen Meere. Die Gletscher der arktischen und antarktischen Regionen tragen und schieben genug festes Material in das Wasser oder transportieren es, am Rande zu Eisbergen sich zerbröckelnd und von dannen schwimmend, im Norden bis zum 36° n. Br. und im Süden bis zum 40° s. Br.

Wenn wir alle diese Verhältnisse mit richtiger Wertschätzung im Auge behalten, wird es uns verständlich, daß die Aufgabe der submarinen Geologie, wie alle Versuche auf einem neuen, noch unbebauten Gebiete mit besondern Schwierigkeiten verbunden ist und daß es fortgesetzter Anstrengungen bedarf, um zu einem ersprießlichen, einigermaßen befriedigenden Ergebnisse zu gelangen.

Was zunächst das Material betrifft, aus dem jene Niederschläge auf dem Meeresboden überhaupt bestehen, so ist es von zweierlei Art und Ursprung: anorganisch und organisch. Die mineralischen Bestandteile, welche in das Weltmeer gelangen, sind von verschiedener Gestalt und Größe und hierin von den verschiedenen Mitteln und Wegen abhängig, durch welche und auf welchen ihr Transport vermittelt wird. Ein Ding können wir von vornherein schon konstatieren: ihr Volumen nimmt mit der Entfernung von der Küste ab. Durch mannigfache Einflüsse der Atmosphären werden an den Küsten Felsbrocken und Gesteinstücke losgesprengt, fallen ins Meer, werden von den Wellen hin und wieder gerollt und zu einem mehr oder weniger amorphen Material zersetzt und zerrieben, anderes führen die Flüsse herbei und bilden an ihren Mündungen bis weit hinaus aus Sand und Schlamm bestehende unterseeische Deltas, die im Laufe der Zeiten sich höher und höher erhebend zu festem Lande sich gestalten können. Der Ausspruch des alten Napoleon „Holland sei eine Anschwemmung des Rheines“ und die batavische Tiefebene mithin größtenteils aus dem Abfalle der Alpen aufgebaut, entbehrt nicht ganz der Wahrheit. Der Abfall des festen Landes spielt unter dem Material, das die Niederschläge auf dem Boden der Meere in

der Nähe der Küsten bildet, die Hauptrolle. Weiter hinaus und hinab in den großen Meeresbecken verschwindet dieser „kontinentale Detritus“ mehr und mehr und macht einem anderen Materiale Platz, das hauptsächlich aus zeretzten und zerkleinerten modernen Gesteinen vulkanischen Ursprungs, aus Basalten, Trachyten, Bimstein u. s. w. besteht oder vulkanische Asche ist, oft durch den Einfluß des Meerwassers bedeutend verändert, ja zu sekundären Bildungen umgestaltet.

Daneben findet sich noch kosmischer Staub von allerlei Art, feinste Körnchen von Magnet- und Titaneisen, Nickelpartikelchen meteoritischen Ursprungs, die ein anderer kompetenter Beurteiler freilich, Wyville Thomson, gleichfalls für tellurische Gebilde zu halten geneigt ist.

Der Anteil, welchen Organismen an der Bildung des Seeboden-nieder Schlages nehmen, ist immer ein wesentlicher, oft ein sehr bedeutender, bisweilen ein fast ausschließlicher. Organismen sind im Stande, kraft ihres Stoffwechsels, die im Wasser aufgelöste Masse von Kieselsäure, Kalk und Magnesium teilweise in sich aufzunehmen, in die feste Form überzuführen und zum Aufbau ihrer Schalen und Skelette zu verwenden. Nach dem Tode dieser pelagisch lebenden Organismen sinken ihre Hartgebilde zu Boden, häufen sich hier im Laufe der Äonen und veranlassen, sich dabei noch mannigfach zeretzend, kalkige, kieselige, selbst thonige Niederschläge. Zu den kalkigen tragen seltsame einzellige Algen, nach der Auffassung anderer anorganische Bildungen von regelmäßiger Gestalt, die als Coccolithen und Rhabdolithen fast allenthalben im Meere sich finden, Foraminiferen, allerlei Polypen, Stachelhäuter, Mollusken und Fische bei, — an der Bildung kieseliger Abätze beteiligen sich Diatomeen, Radiolarien und die Nadeln von Kieselschwämmen. Hin und wieder werden, und stellenweise in befremdender Menge, die Zähne großer Haifischarten, die Felsenbeine von Waltieren und die Gehörsteine von Knochenfischen angetroffen.

Diese Niederschläge sind indessen, wie wir schon andeuteten, durchaus nicht von einerlei Art und die verschiedenen zeigen eine verschiedene aber gesetzmäßige Verbreitung auf dem Boden der Meere.

Im tiefen Wasser, in der Nähe der Küsten des Festlandes und der Inseln, soweit beide nicht vulkanischen Ursprungs sind oder aus Korallen

sich aufbauen, bestehen die Sedimente im wesentlichen aus einer Mischung sandiger, amorpher Bestandteile mit einigen Resten oberflächlich lebender Organismen. Das ist der „Schlamm“ (so übersetzen wir das englische Wort „mud“), den man nach seiner, dem bloßen Auge wahrnehmbaren Färbung als blauen, grünen und roten unterscheiden kann. Der blaue Schlamm besteht aus den erwähnten typischen Elementen mineralischer, animalischer und pflanzlicher Natur: je mehr wir uns von der Küste entfernen, desto mehr verschwinden pflanzliche Reste, desto feiner werden die mineralischen und desto zahlreicher die pelagisch-organischen. Der grüne Schlamm erhält seine charakteristische Färbung durch die Beimischung von Glauconit, einer Eisenoxydulfilicatbildung, die höchst wahrscheinlich unter der reduzierenden Einwirkung der sich zersetzenden organischen Materie stattfindet. Häufig sind die Kalkschalen von Foraminiferen, kleinern Schnecken und Seeigeln von dem Glauconit ausgefüllt und bleibt derselbe nach der Entfernung der Gehäuse mittels schwacher Säure in Gestalt prächtiger Steinkerne zurück. Der rote Schlamm ist stark eisenisch, enthält keinen Glauconit und verhältnismäßig nur wenig Kieselreste; er wird hauptsächlich an der brasilianischen Küste gefunden.

In der Nachbarschaft vulkanischer Küsten und Inseln besteht der submarine Niederschlag hauptsächlich aus den Fragmenten moderner Eruptivgesteine, ist von schwarzer oder grauer Farbe, zerfällt beim Trocknen zu einem Pulver, enthält keinen Glauconit und sehr wenig oder gar keinen Quarz. Je nach den Dimensionen der ihn zusammensetzenden Partikelchen kann man ihn als vulkanischen Sand oder Schlamm bezeichnen.

Da, wo sich Koralleninseln oder entlang der Küsten der Kontinente ausgedehnte Korallenbarrieren befinden, bestehen die Sedimente auf dem Boden des Meeres aus kalkigen Substanzen, Teilen der benachbarten Riffe nebst den Fragmenten zahlreicher oberflächlich oder auf dem Boden lebender größerer und kleinerer Organismen. Auch sie können je nach dem Volumen der sie bildenden Teilchen Korallensand oder Korallenschlamm genannt werden.

Derart sind die Niederschläge in der Nähe des festen Landes, gleich-

viel ob dasſelbe einen Kontinent oder eine größere oder kleinere Inſel darſtellt und ſie erſtrecken ſich ſeewärts bis auf eine Entfernung von 60—300 Seemeilen und bis in eine Tiefe von mehr als 6000 Meter. In der Nähe der Küſten und der Oberfläche herrſcht auf ihnen ein reges Pflanzen- und Tierleben und das letztere begleitet ſie bis zu den größten Tiefen ihres Vorkommens.

In einer durchſchnittlichen Entfernung von 200 Seemeilen von den Küſten ſind die Sedimente des tiefen Waſſers ausgezeichnet durch die große Menge von Geſteinsbruchſtücken und von Aſchen vulkanischer Natur, die meiſt beträchtlich verändert und mit einer unglaublich großen Maſſe von Schalen und Skelettbildungen winziger pelagiſcher, nach dem Tode zu Boden gefunkener Organismen vermiſcht ſind. Dieſe Niederſchläge laſſen ſich in folche einteilen, in welchen die animaliſchen Reſte und in folche, in denen der mineraliſche Detritus vorherrſcht. Da iſt zunächſt der Globigerinen-Schlick (mit Schlick ſei das engliſche Wort „ooze“ wie mit Schlamm „mud“ überſetzt), eine milchweiße bis gelbliche Maſſe, bisweilen mit einem Stich ins Rötliche oder Bräunliche, feinkörnig und im trocknen Zuſtande ein Pulver bildend. Sein Hauptbeſtandteil iſt kohlenſaurer Kalk, der ſich mindeſtens zu 40⁰, bisweilen ſelbſt bis zu 95⁰ in ihm findet und in erſter Linie von Schalen von Foraminiferen, namentlich Globigerinen herrührt. Güm̄bel fand in einem Kubikzentimeter Globigerinenschlamm 7 Millionen Coccolithen, 5000 größere, 200000 kleinere Foraminiferen, 220000 Teilchen ihrer zerbrochenen Schalen, 4800000 winzige Kalkſtäbchen und Staubteilchen, 150000 Reſte von Spongiennadeln, 100000 Radiolarien und Diatomeen und 240000 Mineralkörner. Daneben findet ſich noch die aus zerſetzten vulkanischen Mineralien gebildete Subſtanz, welche überall die Grundmaſſe aller ozeaniſchen Tiefſee-Sedimente bildet. Der Globigerinen-Schlick iſt, zufolge der Aufenthaltsorte der durch ihre Schalen an ſeiner Bildung ſo weſentlich beteiligten Geſchöpfe in den wärmeren Gegenden zu finden. Auf der ſüdlichen Hemisphäre geht er nicht ſüdlicher als bis zum 50⁰ ſ. B. und nach Norden iſt ſeine Verbreitung im atlantiſchen Ozean eine eigentümliche. In der öſtlichen Seite geht er ziemlich weit nach Norden, unterhalb des warmen Golf-

stroms, in dessen Wassern den lebenden Foraminiferen günstige Existenzbedingungen geboten werden. In der westlichen Seite erreicht der Schlick seine Nordgrenze weit eher, da in der kalten Polartrift die Tiere zu leben nicht vermögen. Wir können überhaupt von vornherein erwarten, daß, wo auf der Oberfläche des offenen Meeres die Lebensverhältnisse dieselben bleiben, auch die bei gleicher Tiefe unter ihm befindlichen Sedimente dieselben organischen Beimischungen zeigen werden. Globigerinen-Schlick findet sich übrigens nicht in den größten Tiefen, 2400 Faden scheinen nach unten seine Grenze zu bilden und hier geht er allmählich in den später zu besprechenden roten Tieffee-Thon über.

Die nachstehende kleine Tabelle, in welcher die während der Fahrt von Teneriffa quer über den atlantischen Ozean nach Sombbrero in Westindien vom Challenger gewonnenen Bodenproben nach ihrer Beschaffenheit und der Tiefe ihres Vorkommens (in Faden) eingetragen sind, giebt einen guten Begriff davon, bei welchen Tiefen Globigerinen-Schlick und roter Thon miteinander abwechseln:

Nr. der Station.	Art der Bodenablagerung.		Nr. der Station.	Art der Bodenablagerung.	
	Globigerinen-Schlick.	Roter Thon.		Globigerinen-Schlick.	Roter Thon.
1	1890	—	13	1900	—
2	1945	—	14	1950	—
3	vacat	vacat	15	—	2325
4	2220	—	16	—	2435
5	—	2740	17	—	2385
6	—	2950	18	—	2675
7	—	2750	19	—	3000
8	—	2800	20	—	2975
9	—	3150	21	—	3025
10	—	2720	22	1420	—
11	—	2575	23	450	—
12	2025	—			

In Tiefen über 1400 zeigt der Globigerinen-Schlick eine ſehr ſtarke Beimischung von den Schalen gewiſſer Molluſkenformen, der Heteropoden (Fig. 15) und namentlich Pteropoden (Fig. 16) und wird dann nach dieſen „Pteropoden-Schlick“ genannt. Wie der Globigerinen-

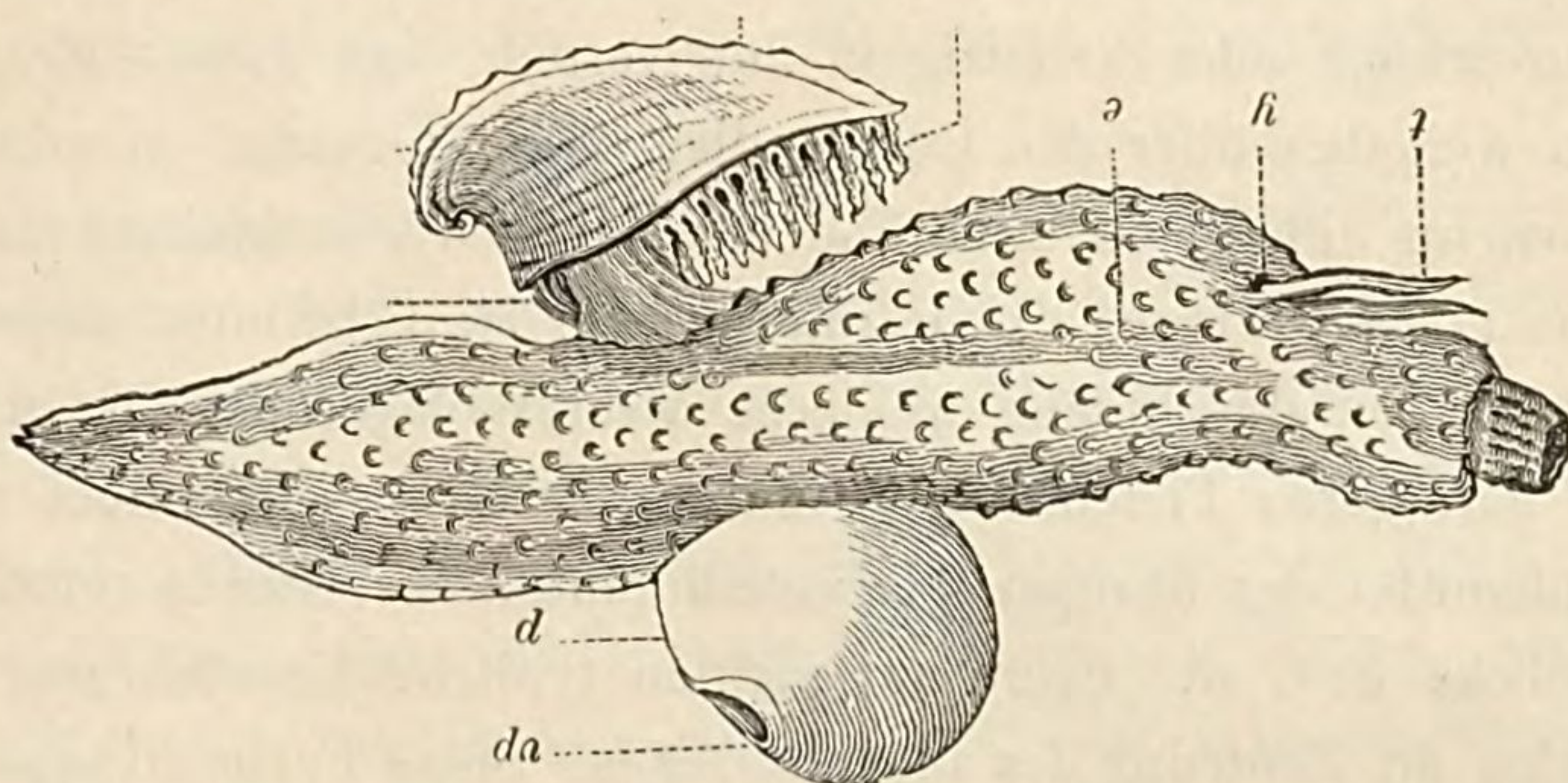


Fig. 15. Eine Heteropode (Carinaria).

Schlick ſucceſſive nach unten in den roten Tiefſee-Thon übergeht, ſo nach oben in den Pteropoden-Schlick.

Ein mehr lokalisiertes Vorkommen hat der aus den Schalenbruchſtücken von Kieſelalgen gebildete Diatomeen-Schlick. Diatomeen finden ſich auf der Oberfläche des Meeres oder doch nahe unter ihr in verſchiedenen Gewäſſern in größern Mengen, aber wie ſcheint hauptſächlich da, wo dieſelben, ſei es durch eintretende große Ströme oder durch das kontinuierliche Abthauen bedeutender Eiſmaſſen, anhaltend mit füßem Waſſer gemiſcht werden. Zur Bildung eines beſonderen, hauptſächlich aus den Kieſelſchalen dieſer Pflanzen beſtehenden Tiefſee-Schlicks kommt es faſt nur in den ſüdlichen Teilen der Südſee, von Kerguelen bis zum antarktiſchen Eiſgürtel, alſo ungefähr vom 53⁰ bis zum 63⁰ ſ. B. und zwar in Tiefen von 1200 bis 1900 Faden. Die Diatomeen bilden mindeſtens die Hälfte der betreffenden Schlickmaſſen, die hellſtrohgelb ausſehen und ſich trocken als ein ſehr feines, ſchmutzigweißes Mehl präſentieren, — eine Art ſubmarinen Kieſelguhrs.

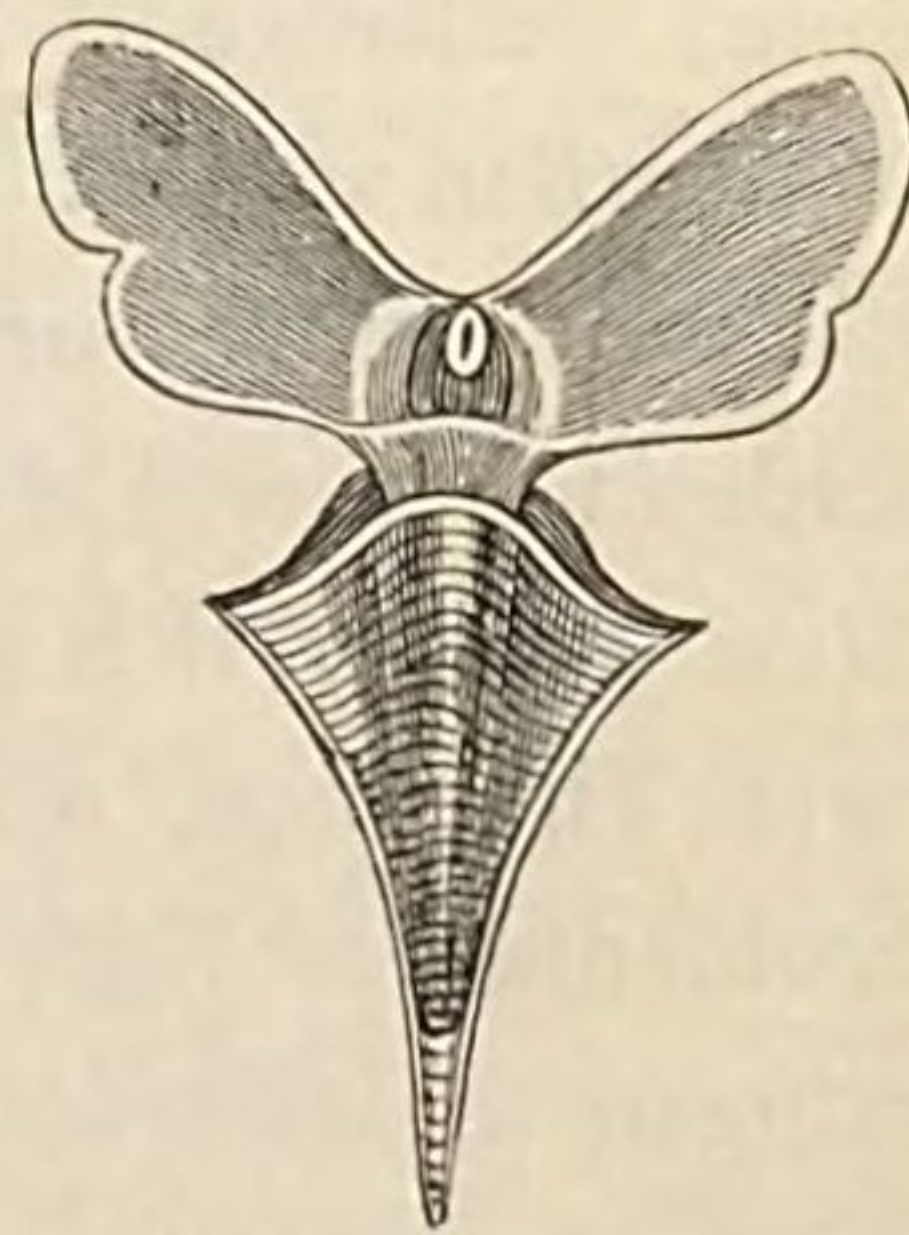


Fig. 16. Eine Pteropode (Hyalea).

Die wundervollen Kiefelfkelette der Radiolarien oder Strahlinge, wie sie ihr großer Kenner Haeckel nennt, fehlen in keiner Tieffeeablagerung ganz, aber in einigen Teilen des stillen Ozeans besteht der Grundschlick bis zu 800, ja stellenweise fast vollkommen aus ihnen. Dieser Radiolarien-Schlick findet sich, oft abwechselnd mit Globigerinen-Schlick oder infelartig in ihm verteilt, von 2200—4600 Faden.

Am weitesten über den Boden aller offenen Ozeane, im atlantischen von 2000, im stillen von 2400 Faden an abwärts, verbreitet, findet sich der reine rote Tieffee-Thon, die in jeder Hinsicht interessanteste und am meisten charakteristische moderne Meeresablagerung. Er tritt zwar auch in geringeren Tiefen auf, ist dann aber nicht rein, bildet vielmehr das Bindemittel der übrigen Tieffeesedimente, des Globigerinen-Radiarienschlicks u. f. w. Seine am meisten typische Entwicklung erreicht er indessen im Zentrum des stillen Ozeans. Seine Farbe ist ein helleres oder dunkleres Braun, seltener ist sie grau, und beruht auf der Gegenwart von Eisenoxyd und Mangan. Im trocknen Zustande bildet der Thon ziemlich feste Klumpen, die sich aus kleinen Teilchen von Mineralien und Kiefelfkeletten (kaum je größer als 0,05 mm) von sehr gleichmäßigen Dimensionen zusammensetzen. Nach Murray entsteht er durch eine, stellenweise Schritt vor Schritt zu verfolgende Zersetzung von Mineralien vulkanischen Ursprungs, aus Bimsstein, vulkanischen Aschen etc., die von supra- und submarinen Vulkanen auf große Strecken fortgeschleudert oder, bei ersteren wenigstens, auch vom Winde getragen werden. Dazu gesellen sich zahlreiche Partikelchen kosmischen Staubes als Magnet- und Titaneisen, oft noch von der charakteristischen sphärischen Gestalt. Kohlenfaurer Kalk, sonst in weniger tief vorkommenden Meeresablagerungen so weit verbreitet, tritt in dem roten Thon zurück, infolge des Einflusses von freier, im Seewasser in bedeutenden Tiefen in größerer Menge vorhandener Kohlenfäure. Dittmar freilich bezweifelt, daß dies der Fall sei und meint, der unmittelbare Einfluß des Seewassers genüge, selbst wenn es alkalisch sei, bei entsprechend langer Zeitdauer den kohlenfauren Kalk nach und nach in sich aufzunehmen. Nach Gumbels Ansicht (Sitzungsber. d. math.-phys. Klasse d. k. b. Akad. München, 1878) ist die Ablagerung dieses Thons in erster Linie das Resultat eines rein

mechanischen Vorgangs und er geht aus einer Zerfetzung thonerdehaltiger Mineralien aus den im Meeresboden anstehenden Felsen hervor oder aber durch den Niederschlag der im Meereswasser als feinsten Teilchen suspendierten, vom Lande her durch Flüsse zugeführten (wozu indessen im stillen Ozean verhältnismäßig wenig Gelegenheit ist) oder durch aufsteigende Quellen vom Meeresgrund aufgewirbelten Thonflocken.

Merkwürdig zahlreich sind in diesem roten Thon Zähne von Haien, Felsenbeine von Waltieren und Gehörsteine von Knochenfischen, welche bisweilen den Kern sehr eigentümlicher Manganknollen bilden. Diese Gebilde (Halosphären), die in den meisten Fällen indessen ein „mit großer Wahrscheinlichkeit“ einer unterseeischen vulkanischen Eruption entstammendes Stück Bimstein enthalten, müssen den Boden, namentlich des stillen Ozeans, stellenweise geradezu bedecken. Die Oberfläche dieser oft ansehnlichen, von Gümbel (l. c.) näher untersuchten Knollen ist rauh und von schmutziggelber Farbe. Auf dem Querschnitt zeigen sie sich als aus Überlagerungen höchst zahlreicher dünner Kugelschichten gebildet, die als dunklere und hellere dünne Schichten mit einander abwechseln. Ihre Hauptmasse besteht aus festerem Thon und außerdem enthalten sie 23,6⁰ Manganhyperoxyd und 27,46⁰ Eisenoxyd.

Die Ursache der fremdartigen Körper sucht der berühmte Münchner Geologe in unterseeischen Quellenergüssen, die durch Ausscheidung des Manganüberzuges bewirken, dafür spricht die ungeheure Menge des Mangans und die Textur der Knollen. Das Arrangement der Schalenbildung läßt auf eine große, auf dem Boden des Wassers herrschende Bewegung schließen. Von Flutbewegungen der Oberfläche kann bei den Tiefen, in welchen die Gebilde vorkommen, nicht die Rede sein, auch auf Grundströmungen kann ihr Entstehen nicht zurückgeführt werden. Diese würden doch konstant in einer Richtung wirken, aber nicht ein Hin- und Herrollen vermitteln, wie es die Knollenbildung voraussetzt. Die Ursache dieser Bewegung ist auf dem Boden des Meeres selbst zu suchen und sie ist in mit großer Macht aufsteigenden submarinen Quellen zu finden. Die oolithenartige Form der Knollen wird durch die strudelnde Bewegung, welche das Aufsteigen dieser Quellen begleiten muß,

erlangt, — es sind Oolithenbildungen im großen, die auch ihren Mangan-gehalt jenen Quellen entnehmen.

Manchmal ist die auf einem Haifischzahn abgelagerte Schalenbildung mehrere Zentimeter dick, was auf einen sehr lange dauernden Abscheidungsprozeß schließen läßt. Überhaupt müssen die großen Wasserbecken, nach Murrays Deduktion, ungeheuer alt sein. Dafür spricht, daß der rote Thon von vulkanischem Materiale in einem so hohen Grade der Zersetzung gebildet wird, ferner die große Menge kosmischen Staubes, der sich in solchen Massen nur im Laufe von Äonen niederschlagen konnte. Aus dieser Voraussetzung allein läßt sich auch die überraschend große Menge jener sehr resistenten Wirbeltierreste erklären. Es ist absolut kein Grund erfindlich, daß nun gerade die Regionen des stillen Ozeans, deren Boden mit jenen organischen Körpern so überaus reich gesegnet ist, zahlreichere Wale und Haie beherbergen sollten als andere Meeresgegenden, auf deren Grund solche Reste nur sehr selten gefunden werden. Dazu kommt noch, daß manche jener Zähne ausgestorbenen Formen angehören: Wyville Thomson erwähnt ihrer, die gewaltig groß, vier Zoll breit an der Basis waren und sich von fossilen aus den tertiären Straten Maltas nicht unterscheiden ließen. Die Bildung des roten Thones ist mithin seit einer ungeheuer langen Zeit vor sich gegangen, unbeirrt von all den geologischen Veränderungen, welche Landmassen abwechselnd steigen und sinken, Berge entstehen und vergehen ließen, während deren die landbewohnende Tierwelt sich außerordentlich veränderte und viele ihrer alten Arten, Gattungen und Familien ausstarben und neue entstanden. Diese Niederschläge in den größten Tiefen der Meere entsprechen weder in ihrer Struktur noch in ihrem Material irgend einer geologischen Formation, ja Wyville Thomson ist, entgegen der Ansicht sehr vieler anderer Forscher, der Meinung, daß sie uns nötigen, in keiner existierenden älteren Formation eine wahre Tieffeebildung zu erblicken.

Im Anschluß an diese Betrachtungen der Ablagerungen in den Meerestiefen dürften wir passend auch des famosen Bathybius gedenken.

Dieses moderne Fabelwesen erschien, froh begrüßt, mit hoffnung-
weckendem Glanze am wissenschaftlichen Himmel, leuchtete angestaunt

einige Jahre und tauchte, nicht ohne Knalleffekt, ins weſenloſe Nichts zurück.

Im Jahre 1868 unterwarf der ausgezeichnete engliſche Biologe Thomas Huxley Proben von Tiefſeeſchlamm, welche man elf Jahre vorher bei den Vorunterſuchungen zur Legung des erſten transatlantiſchen Tiefſeekabels heraufgebracht hatte, einer eingehenden Unterſuchung. Er fand ihn durchſetzt von formloſen, kleinere oder größere Klümpchen bildenden eiweißartigen, gelatinöſen Maſſen, welche er für Protoplasma anſah und als einen Organismus niederſter Art mit dem Namen *Bathybius Haeckelii* (Haeckels Tiefſeewefen) bezeichnete. Die Zoologen der Porcupine-Expedition, Wyville Thomſon und Carpenter, glaubten in dem nämlichen Jahre den *Bathybius* wiedergefunden zu haben und ſtellten fogar die Behauptung auf, Lebenserſcheinungen an ihm wahrgenommen zu haben.

Dieſes protiſtiſche Weſen ſollte nun den Tiefſeeſchlamm allenthalben überziehen, es ſollte gewiſſermaßen ſelbſt einen lebenden Schlamm darſtellen, es wurde als der wahre, von Oken vorhergeahnte „Urſchleim“ begrüßt und zum Ureltervater aller Organismen geſtempelt. Wyville Thomſon beſchreibt dieſen Urſchleim als Netze von eiweißartiger Subſtanz bildend und langſam ſeine Geſtalt verändernd, er ſei bis zu einem gewiſſen Grade bewegungsfähig und „es ſei zweifellos, daß er die Erſcheinungen einer ſehr einfachen Art des Lebens zeige“. Haeckel ſelbſt unterſuchte, allerdings in Weingeiſt konſervierten, *Bathybius* ſehr genau, ging ihm mit Färbemitteln, Karmin und Jod zu Leibe, auf welche er lebenswürdigſt reagierte, — die Exiſtenz von Haeckels Tiefſeewefen, theoretisch begründet, ſchien auch empiriſch geſichert.

Es war nun natürlich, daß man ſich auf der Challenger-Expedition alle erdenkliche Mühe gab, dieſen tief bedeutsamen *Bathybius* wiederzufinden, — man fand ihn leider nicht, wohl aber etwas anderes. That man nämlich den Tiefſeeſchlamm in Weingeiſt, ſo nahm er ein gelatinöſes Anſehen an und ebenſo zeigten ſich flockige Maſſen. Buchanan wies nun nach, daß dieſe nichts ſeien als Niederſchläge von ſchwefelſauerem Kalk, hervorgerufen durch den Einfluß des Alkohols auf das Seewaffer. Die Reſultate ſeiner fortgeſetzten Unterſuchungen ergaben,

daß der amorphe Niederschlag in Seewasser, das höchstens mit dem Doppelten seines Volumens Weingeist gemischt ist, binnen kurzem eine krySTALLINISCHE Beschaffenheit annehme, bei einem größeren Zusatz von Alkohol aber amorph bleibe und eine gallertartige Konsistenz gewänne. Dieser gallertartige Niederschlag von schwefelsaurem Kalk färbt sich durch Jodlösung und Karmin, — er ist, wenn er mit Schlick vermischt ist, unzweifelhaft *Bathybius Haeckelii*. Unter allen Umständen ist dieser Urorganismus ein Kunstprodukt und die in ihm enthaltenen winzigen Kalkscheibchen oder Doppelscheibchen, die vielgenannten Coccolithen, sind nichts als einzellige Kalkalgen, wie sie, mit Ausnahme der südlichen Breiten jenseits Kerguelenlands, in allen Meeren ungeheuer häufig gefunden werden.

Huxley und Wyville Thomson traten, angesichts dieser nicht wegzuleugnenden Thatfachen, den Rückzug an und als nun gar Möbius 1876 auf der Naturforscherversammlung zu Hamburg coram publico nicht ohne dramatischen Effekt *Bathybius* machte, verlor der philosophische Urschleim auch in Deutschland seinen Kredit, — nur Haeckel glaubt noch an ihn oder that es wenigstens noch vor einigen Jahren. „Je mehr aber hier die eigentlichen Eltern des *Bathybius* (nämlich Huxley und Wyville Thomson, — aber wer ist der Vater und wer die Mutter?) sich geneigt zeigen, ihr Kind, sagt Haeckel, als hoffnungslos aufzugeben, desto mehr fühle ich mich als Taufpate verpflichtet, seine Rechte zu wahren und womöglich sein erlöschendes Lebensfünkchen zur Geltung zu bringen.“ Poor *Bathybius*!

Tieffeethermometer und Tieffeetemperaturen. Schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts (Ellis 1749) hat man die Temperatur des Tieffeewassers zu messen versucht. In der Regel bediente man sich dabei des vom Botaniker Stephen Hales um 1738 erfundenen Schöpfapparates, mittels dessen man Wasser aus einer gewissen Tiefe heraufholen kann, ohne daß eine Mischung mit dem dabei passierten Wasser einträte. Daneben aber brachte man schon 1780 Thermometer in Anwendung, die von schlechten Wärmeleitern umgeben, in die Tiefe ge-

lassen wurden. Auf der Expedition des russischen Schiffes Newa (1803 bis 1806) machte der Kommandant Krusenstern die ersten Versuche, die Temperaturen der Tiefsee mittels des selbstregistrierenden Maximum- und Minimum-Thermometers zu machen.

Ein solches Thermometer, nach seinem Erfinder (1732) das Sixsche genannt, besteht aus einer Uförmig gebogenen Glasröhre, welche oben an beiden Enden zugeschmolzen ist. Das linke Ende (vom Beschauer) ist stärker, das rechte geringer erweitert. In der Biegung der Röhre befindet sich eine, natürlich gleichfalls gebogene Quecksilberfäule. Der linke (vom Beschauer) Röhrenschenkel und die große Endkammer oberhalb des Quecksilbers ist vollkommen mit Alkohol oder mit Kreosot gefüllt, der linke zum dritten Teil mit Alkohol, der Rest mit den von diesem entwickelten Dämpfen. Oberhalb des Spiegels der Quecksilberfäule befindet sich ein sogenannter Index, — ein Stahlstäbchen, an das ein Borstenstückchen befestigt ist, das als Spannfeder dient und verhindert, daß das Stäbchen seiner eignen Schwere folgend, wieder zurückgleitet, wenn es einmal an irgend einer Stelle der Röhre oberhalb des Quecksilbers angelangt ist.

Kommt dieses Thermometer nun in größere Wärme, so dehnt sich das Kreosot oder der Alkohol links aus, schiebt die Quecksilberfäule in den rechten Schenkel hinauf, damit aber auch zugleich den rechten Index, während die Flüssigkeit an dem linken, durch die federnde Borste eingeklemmten Index vorbeigeht, ohne ihn zu bewegen. Nun setzen wir den Fall, das Thermometer wird wieder in größere Kälte gebracht, sofort zieht sich die Flüssigkeit in dem linken Schenkel zusammen, die Alkoholdämpfe im rechten erhalten freien Spielraum, dehnen sich aus und schieben die Quecksilberfäule vor sich her, so daß diese ihrerseits im linken Schenkel um so mehr steigt, je mehr der Alkohol oder das Kreosot infolge der Kälte sich links zusammenzieht, wobei sie zugleich den linken Index, die Klemmkraft der Borste überwindend vor sich her nach oben schiebt. Der rechte Index bleibt in seiner früheren Lage, da ja Flüssigkeiten und Dämpfe frei an ihm vorbeipassieren können. So zeigt der Index in der rechten Röhre den höchsten, der in der linken den niedrigsten Temperaturgrad, dem das Thermometer innerhalb einer

gewissen Zeit ausgesetzt gewesen ist. Will man das Instrument zu neuem Gebrauche fertig stellen, so werden die beiden stählernen Indices mittels eines Magneten auf das Niveau der Quecksilberspiegel herabgezogen. Das Ganze ruht natürlich auf einer graduierten Skala, von welcher man links die niedrigen, rechts die hohen Temperaturen abliest.

Das einfache Sixsche Thermometer ist indessen nur bis zu einer gewissen, nicht einmal sehr bedeutenden Tiefe verwendbar. Bei größeren Tiefen treibt der Wasserdruck noch unabhängig von der Temperatur die Flüssigkeit links zu weit herunter, so daß der rechte Index zu hoch heraufgeschoben wird, und damit höhere Temperaturgrade angiebt, als in Wahrheit auf die Flüssigkeit wirkten. Das wäre nun nicht so schlimm, wenn der Einfluß des Druckes auf alle „Thermometer-Individuen“ gleich wirkte, dann könnte man den Fehler durch Berechnung eliminieren, — aber die Dicke und sonstige Qualität der Glasröhren ist ungleich, daher werden diese auch verschieden auf den auf sie ausgeübten Druck reagieren. Bei sehr bedeutenden Tiefen würde überhaupt das ganze Instrument zerpreßt werden.

Schon Sir John Ross (1818) und du Petit Thouars (1838 auf der Reise der franz. Fregatte la Venus) machten Versuche, die Six'schen Thermometer durch geeignete Umhüllungen vor dem Einfluß ungerufenen Drucks zu schützen. Der berühmte, durch eigene Hand ums Leben gekommene englische Seemann Robert Fitz-Roy, der Kommandant des Beagles, mit dem Darwin die Reise um die Erde machte, schloß ein Sixsches Thermometer in eine in gleicher Weise gebogene weitere Glasröhre und füllte den Zwischenraum zwischen der inneren Wand der äußeren und der äußeren der inneren Röhre zum Teil mit Quecksilber an. Auf Vorschlag des Professor Miller wurde von Cafella ein entsprechendes Thermometer konstruiert, bei welchem der Zwischenraum zwischen beiden Röhren anstatt mit dem schweren und daher Beschädigungen leicht herbeiführenden Quecksilber zum Teil mit Alkohol ausgefüllt ist, so daß die äußere Röhre den ganzen Druck allein erleidet und die neben dem Alkohol im Zwischenraum befindliche Luft abwechselnd zusammengepreßt und ausgedehnt wird. Diese „Miller-Cafella“- (Fig. 17) Thermometer werden nun auf hohen Druck adjus-

tiert, nämlich von $3\frac{1}{2}$ Ton engl. (70 Ctr.) auf den Quadratzoll Oberfläche, was für eine Tiefe bis zu zirka 4800 Meter vollkommen genügt. Als der Challenger die erwähnte große Tiefe nördlich von St. Thomas (7086 Meter) lotete, wurden zwei mit hinabgelassene Miller-Casella-Thermometer (Nr. 39 und 42 des Inventars) zerbrochen wieder heraufbefördert, sie hatten dem furchtbaren Druck nicht zu widerstehen vermocht!

Das Doppelrohr wird nun auf eine Platte von Hartgummi mit Porzellanfskala befestigt und dann in eine feste Kupferkapfel (Fig. 17 b) gebracht, welche oben und unten Löcher zum freien Durchtritt des Waffers hat.

Die Sixfchen Maxima- und Minima-Thermometer haben indessen mancherlei Fehler und ihr Gebrauch ist mit gewissen Unbequemlichkeiten verbunden: sie müssen sorgfältig in vertikaler Stellung aufbewahrt werden, sonst geraten sie in Unordnung, die Indices sind bis zu einem gewissen Grad unzuverlässig, denn es ist nicht mit abfoluter Sicherheit ausgeschlossen, daß sie nicht einmal dem eigenen Gewicht folgend sich fenken, daher bleibt eine jede mit diesen Instru-

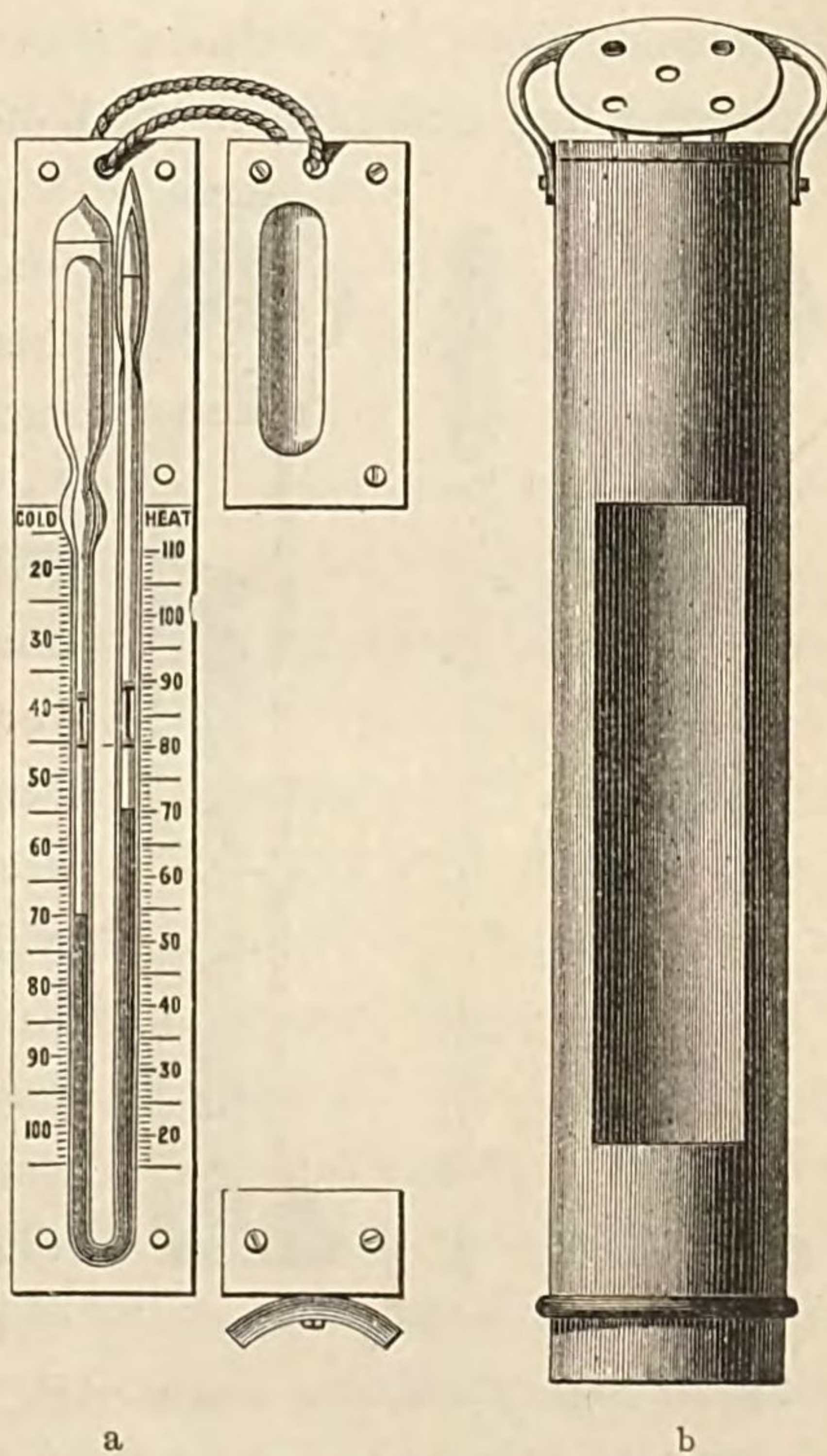


Fig. 17. a) Miller-Casella-Thermometer, b) seine Hülle.

menten angestellte Beobachtung zweifelhaft und bis zu einem gewissen Grade anfechtbar und außerdem arbeiten auch die besten nicht genau genug rückfichtlich des Anzeigens der Bruchteile von Graden.

Ein anderes Tieffeethermometer, dem das Prinzip des Breguetschen Thermographs zu Grunde liegt, hat J. Saxton, ein nordamerikanischer Beamter der U.-S. Coast Survey, konstruiert. Eine aus einem Platin- und einem Silberstreifen, die durch ein eingeschaltetes Goldplättchen

verbunden sind, gebildete Spirale rollt sich mehr auf oder zieht sich mehr zusammen je nach dem Steigen und Fallen der Temperatur. Diese treibende Kraft bringt eine Spindel, um welche die Spirale läuft, zum Drehen und ein übertragendes Räderwerk verstärkt diese Bewegung, welche sich auf einem Zifferblatt registriert. Für geringere Tiefen soll der Apparat gut genug arbeiten, aber bei größeren werden, wie bei allen Tiefseemaschinen, an welchen Räderwerke sich befinden, die Fehler zu groß und sind außerdem nicht konstant.

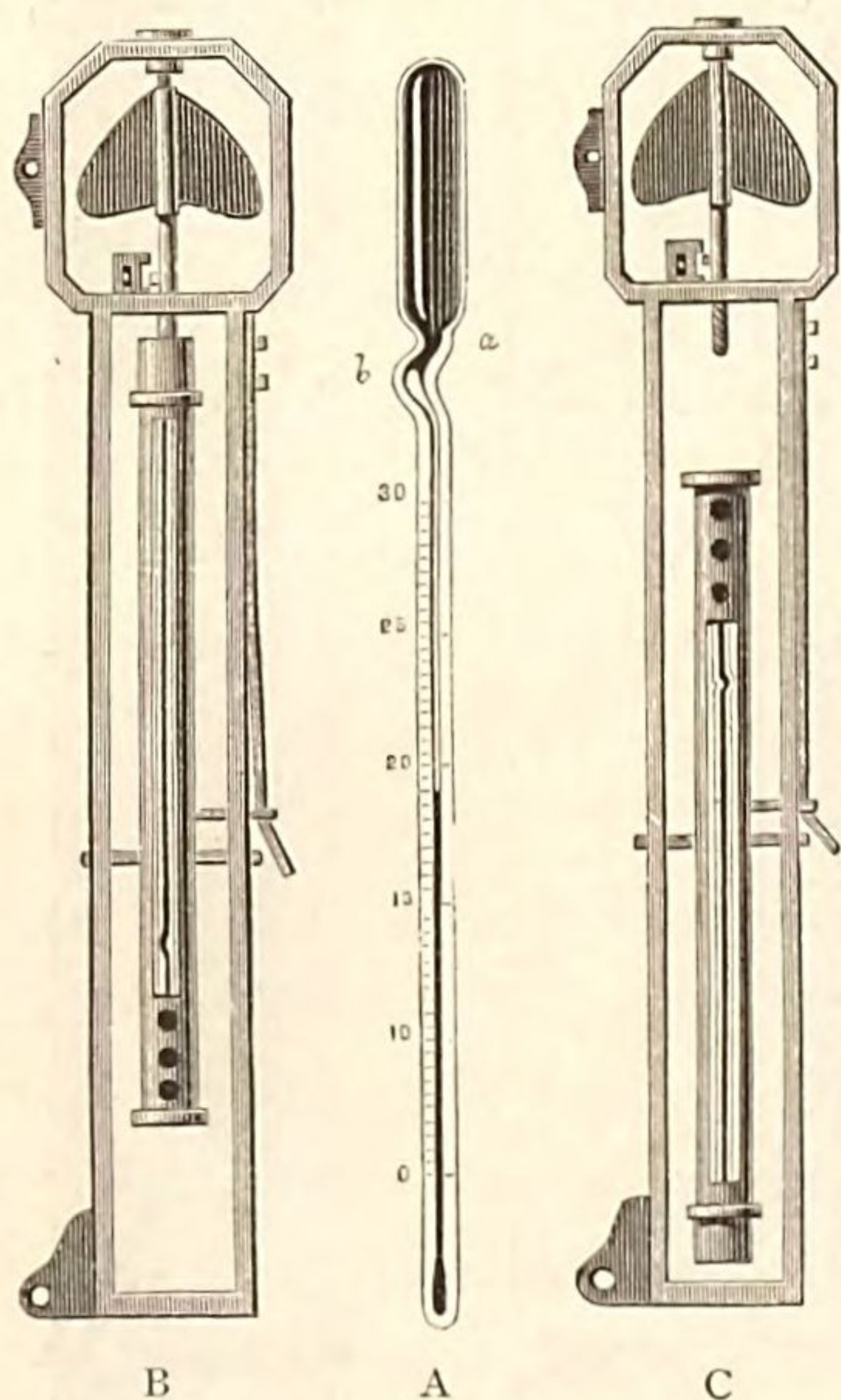


Fig. 18. Negretti-Zambra-Thermometer.

Im Jahre 1878 traten nun Negretti und Zambra (Fig. 18) mit einem Tiefseethermometer hervor, das allen Anforderungen bis jetzt am besten entspricht. Es ist dies Instrument ein sogenanntes „Kipp- oder Umdrehungsthermometer“ und die Sache läuft darauf hinaus, daß von einer Queckfilbermasse sich ein Faden losreißt, wenn der Apparat umgedreht wird. Die Queckfilberkammer hat nicht, wie gewöhnlich, die Gestalt einer Kugel, sondern ist cylindrisch. Das Lumen der Röhre ist bei ihrem Anfange unmittelbar oberhalb der Kammer (Fig. 18A) in besonderer Art verengt und oberhalb dieser Stelle, da, wo die ganze Röhre eine seitliche Biegung macht, in der Richtung von rechts nach links stark erweitert, worauf es sich wieder verengt und verengt bleibt, bis zum obersten Ende, in welchem es sich wieder zu einem kleinen cylindrischen Reservoir erweitert. Hält man das Instrument senkrecht mit dem Queckfilber nach unten, so ist die Kammer, die ganze Röhre und ein Teil des obern Reservoirs mit Queckfilber gefüllt, der Rest des Reservoirs ist luftleer, so daß also das Queckfilber Raum zum Steigen hat.

Wird das Thermometer umgekehrt, so daß die Queckfilberkammer nach oben kommt (wie in Fig. 18A und C), so reißt der Queckfilber-

faden bei a ab und sein unterer Teil wird mit in das Reservoir gezogen, das dann ganz gefüllt ist, während ein anderer Teil in der Röhre bleibt und vom Queckfilber in der Kammer durch einen luftleeren Raum getrennt ist. Die Länge dieses letzteren Teiles entspricht der Temperatur, bei welcher die Umdrehung des Instrumentes geschah. Die Graduierung befindet sich, wie bei den meisten, wissenschaftlichen Zwecken dienenden, Thermometern in der Wandung der Röhre selbst auf einer Emailplatte.

Um das Instrument zur Beobachtung geschickt zu machen, hält man es in normaler Stellung, die Kammer nach unten, das Reservoir nach oben (wie in Fig. 18 B). Das Queckfilber in der Röhre resp. im Reservoir nimmt dann den der äußeren Temperatur entsprechenden Stand ein, wie in einem jeden gewöhnlichen Thermometer. Hat es den richtigen Stand erreicht, so wird der Apparat einfach umgekehrt und kann in dieser Stellung bis zu gelegener Zeit zum Ablefen aufbewahrt werden. Der abgerissene und nach unten gefallene resp. gezogene Teil des Queckfilberfadens ist zu zart, als daß auch ein bedeutender Temperaturwechsel den Grad seiner Ausdehnung wesentlich zu ändern vermöchte. Die ansehnlichere Menge des Queckfilbers in der oberen Kammer wird allerdings noch durch die Temperatur beeinflusst: dehnt es sich bei gesteigerter Wärme aus, so wird etwas davon in die Erweiterung der Röhre bei b fallen, kann aber, da die Kraft der Adhäsion des Metalls an der Innenwandung der Röhre die Schwerkraft überwiegt, nicht weiter nach unten gleiten, sodaß also der abgerissene Queckfilberfaden in der Röhre auf alle Fälle unverändert bleibt. Für diese Stellung ist auch die Skala graduirt, deren Zahlen bei normaler Stellung des Instruments (Kammer nach unten) mithin auf dem Kopf stehen und in umgekehrter Reihe aufeinanderfolgen.

Eingeschlossen ist das Instrument in eine sehr starke Glasröhre, die allerdings Schutz gewährt, aber auch den Einfluß der Temperatur verlangsamt. Um diesem Übelstand zu begegnen, ist der untere Teil der umhüllenden Röhre, so weit die Kammer des Thermometers in ihr steckt, mit Queckfilber ausgefüllt und gegen den übrigen Teil des Lumens abgeschmolzen. Dieses Queckfilber wirkt, als sehr guter Wärmeleiter, die außerhalb der Außenröhre herrschende Temperatur auf das

Innere des Thermometers mittelnd zu übertragen. Der ganze Apparat wird, bevor er in die Tiefe versenkt wird, in einen länglichen Holzkasten eingesetzt, der außerdem so weit mit Schrot gefüllt ist, daß er eben noch schwimmen würde. Derselbe wird hierauf unmittelbar oberhalb des Lotes so an dessen Leine befestigt, daß die Quecksilberkammer nach unten steht. In dieser Lage bleibt das Ganze bis das Lot, nachdem es den Boden berührt hat, wieder aufgezozen wird. Beim Aufziehen kippt es infolge des Widerstandes des Wassers und des im Kasten befindlichen Schrotes, das dabei an dessen anderes Ende rollt, um, der Quecksilberfaden reißt ab und die Temperatur wird in der oben beschriebenen Art durch seinen Stand in der Röhre markiert.

Die Vorzüge dieses Thermometers sind sehr bedeutend: an ihm lassen sich noch 0,2, ja selbst 0,1 Grade ablesen und es kann in der kurzen Zeit von 5—10 Sekunden um 5° F. steigen oder fallen.

Eine spätere Verbesserung des Apparats betrifft seine Befestigung und die Art seines Umkippens. Das Thermometer wird, die Quecksilberkammer nach unten, dergestalt in einen Metallrahmen befestigt, daß es das Übergewicht nach unten hat, oben aber durch eine Propellerschraube eingespannt ist. Die Flügel dieser Schraube sind derart, daß sie sich beim Hinablassen geschlossen erhält, beim Emporziehen aber aufdreht, so daß das Thermometer losgelassen wird und dem Übergewicht folgend umkippt (Fig. 18C). Da aber die Propellerschraube bisweilen durch äußere Hindernisse, oder dadurch, daß sie zu schwer geht, in ihrer Thätigkeit beeinträchtigt wird, so hat A. Milne Edwards für die Talisman-Expedition einen anderen Umdreh-Modus erfunden (Fig. 19). Das Thermometer wird in seinem Rahmen durch einen seitlichen Haken, der von oben in das untere Ende einer metallenen Schutzhülle eingreift, in seiner Lage erhalten. Dieser Haken ist an den äußeren Stab des Rahmens beweglich befestigt und verlängert sich über das Scharnier als langer Arm, an dessen Ende ein dünner Bindfaden befestigt ist. Das andere Ende dieses Bindfadens ist an den Tragedraht der Lotgewichte angeknüpft. Erreicht die ganze Maschine den Boden, so lösen sich, wie wir sahen, die Gewichte mit ihrem Draht los, dabei wird der Bindfaden, der den Draht mit dem Hakenarm verbindet,

natürlich zerrissen, der Hakenarm aber nach unten gezogen, so daß sich der in der Thermometerkapsel eingehakte Zapfen aushebt, das Thermometer frei wird und, dem Übergewicht folgend, umkippt.

Die Verteilung der Temperaturen des Meeres nach den Tiefen, nach Ozeanen und Zonen ist sehr interessant, kann uns hier aber nur beiläufig einen Augenblick beschäftigen.

Die Temperatur des Meereswassers ist im allgemeinen auf der Oberfläche und nahe unter ihr am höchsten, von hier nimmt sie während der ersten 100 Faden rasch ab, dann langsamer bis zu 500—600 Faden und darauf äußerst langsam entweder bis zum Boden oder bis zu einem gewissen Horizont oberhalb desselben, von wo aus bis zum Grunde dann die Temperatur die gleiche oder fast die gleiche bleibt. In den großen Tiefen (von 3000 Faden an) schwankt die Temperatur nur um 5° C., von $+2^{\circ}$ unter den Tropen bis -3° in den arktischen und antarktischen Gewässern, auf der Oberfläche aber um 33° , da sie hier unter dem Äquator $+30^{\circ}$, in der Nähe der Pole -3° betragen kann. Die großen Ozeane sind aber bei gleicher Tiefe weder unter sich noch in ihren einzelnen, wenn auch unter gleichen Breitgraden gelegenen, Regionen betreffs der Temperatur gleich. So ist durchschnittlich der stille Ozean unterhalb 1500 Faden um ein Grad kälter als der atlantische.

Sehr eigentümlich gestalten sich aber die Verhältnisse der Temperaturverteilung nach den Tiefen ein und desselben Ozeans in seinen

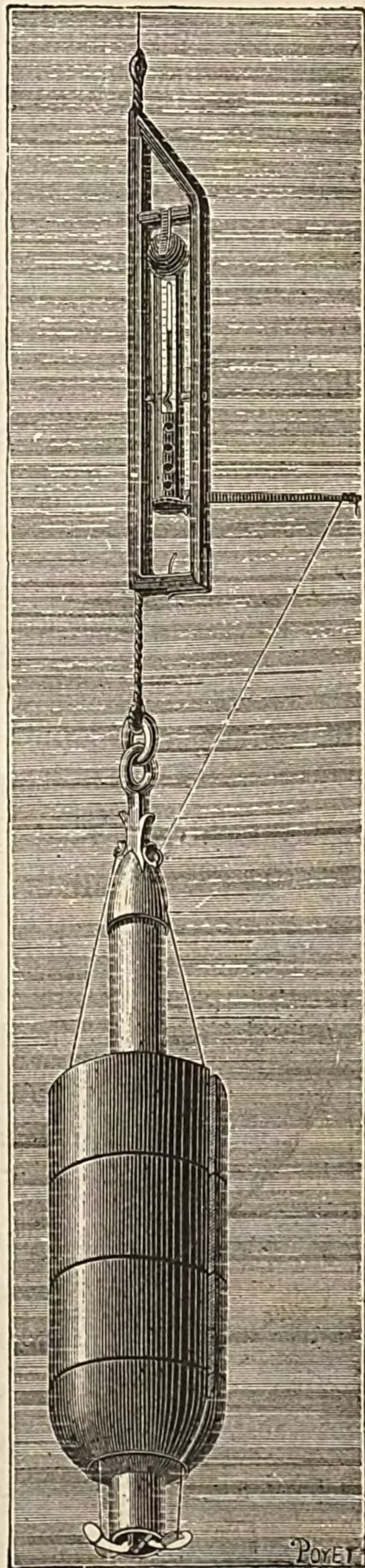


Fig. 19. Negretti-Zambra-Thermometer zusammen mit Hydrolot

verschiedenen Teilen. Einmal steigen im allgemeinen die „Isobathythermen“, die Horizonte gleicher Temperaturen, im Meereswasser vom Äquator polwärts, was wenig erstaunlich ist, dann aber zeigen sich sehr merkwürdige Verschiedenheiten nach den Längsgraden. Im östlichen atlantischen Ozean z. B., von der Westküste Englands bis zum Kap der guten Hoffnung beträgt die Temperatur, fast gleichmäßig, von 2000 Faden an bis zum Boden, $1,9^{\circ}$ C. im nordwestlichen bis zum Kap Orange in Guyana $1,6^{\circ}$, aber in dem südwestlichen Teil, vom Kap Orange südlich, sinkt die Temperatur mit zunehmender Tiefe nach und nach, es findet sich oberhalb des Bodens keine hohe Schicht Wassers von gleichmäßiger Temperatur und diese sinkt auf dem Boden selbst um 2° gegenüber derjenigen in derselben Tiefe unter demselben Breitgrad in der östlichen Hälfte; wenn sie hier $+ 1,9^{\circ}$ C. beträgt, beträgt sie dort $- 0,3^{\circ}$ C.

Dies erklärt sich folgendermaßen: der Boden der Ozeane senkt sich nicht, wie man früher wohl meinte, muldenartiger vor den Küsten der sie umlagernden Kontinente, so daß etwa in ihrer Mitte sich die bedeutendste Tiefe finden müßte, — er besitzt vielmehr wie das oberseeische Land Gebirge, Thäler, Hochplateaus von verschiedener Höhe, Tiefe, Richtung und Gestalt. So zieht sich in der Mitte des atlantischen Ozeans vom 53° n. Br. bis zum 53° s. Br. ein gewaltiger Gebirgszug, der nur an einzelnen tiefsten Stellen, gewissermaßen Pässen, bis 1970 Meter unter der Oberfläche des Meeres sinkt, aber mit einzelnen hohen Bergspitzen sich über dieselbe erhebt. Solche Bergriesen sind von Nord nach Süd: die Azorengruppe mit dem Pico alto auf Pico (2222 Meter), St. Paul (20 Meter) Ascension (870 Meter) und der Gaucinfankar des Gebirges Tristan d'Acunha (2440 Meter). Dieses großartige Gebirge, gewissermaßen das Rückgrat des Bodens des atlantischen Ozeans, läuft nicht ganz gerade von Nord nach Süd: erst wendet es sich als Delphinrücken südsüdwestlich bis zum 10° n. Br. und 50° w. L., von da als „Verbindungsrücken“ fast rein östlich bis 15° w. L. und endlich als Challengerrücken rein südlich. Von diesem Längsgebirge gehen zwei ansehnlichere Quergebirge westlich und östlich ab, welche daselbe mit den viel höheren Gebirgs- und Hochplateaumassen, Südamerika und Afrika genannt, verbinden. Das erstere Quergebirge erstreckt sich von

der Stelle, wo Delphin- und Verbindungsrücken zuſammenſtoßen, nach der Küſte von Guyana, das andere etwas nördlich von Triſtan d'Acunha beginnend bis zur Walfiſchbai und Damaraland in Weſtafrika. Infolge der Architektur dieſer ſubmarinen Gebirge finden ſich auf dem Boden des atlantiſchen Ozeans drei große Thäler mit weit ausgedehnten Tief-ebenen. Das eine gewaltigſte erſtreckt ſich öſtlich vom atlantiſchen Längsrücken vom 53° n. Br. bis zum 32° ſ. Br., ein zweites nordweſtliches Baſſin weſtlich vom 53° bis zum 10° n. Br. und ein drittes ſüdweſtliches von hier bis zum antarktiſchen Meere.

In dieſer Geſtaltung des Bodens des atlantiſchen Ozeans liegt aber der Schlüssel für das Verſtändnis der verſchiedenen Art, wie ſich in ſeinen Gewäſſern die Temperaturen verteilen.

Es iſt klar, daß das kalte Bodenwaſſer der tropiſchen Meere nicht an Ort und Stelle ſeine Temperatur erhalten haben kann, denn die Erde giebt allenthalben auch unter Waſſer von ihrer Wärme ab und um ſo mehr, je näher ihrem Mittelpunkte, alſo auf dem tiefen Meeresboden ſicher mehr als auf einer Ebene des Landes unter gleicher Breite. Es läßt ſich beweifen (vergl. Zöbitzer bei v. Boguslawski-Krümmel, Handb. der Ozeanogr. B. II pg. 283), daß die Temperatur des Waſſers auf dem Meeresboden, wenn alle Bewegungsmöglichkeit in vertikaler Richtung ausgeſchloſſen wäre, der mittleren Wintertemperatur der Atmoſphäre unmittelbar an der Oberfläche entſprechen würde. Dieſe iſt nun aber unter dem Äquator ungleich viel höher als jene und das tropiſche Bodenwaſſer muß ſeine Kälte wo anders acquiriert haben und es muß von wo anders herkommen.

In den großen Ozeanen finden, abgeſehen von den ſchnelleren horizontalen Strömungen, auch vertikale ſtatt, welche durch die Temperaturdifferenzen veranlaßt werden, aber ſo langſam von den Polen zu den Tropen in der Tiefe und von den Tropen zurück zu den Polen an der Oberfläche ſtattfinden, daß ſie durch Meſſungen nicht mehr nachweisbar ſind. Von den Polen dringt das kalte, folglich ſchwere Waſſer nach dem Äquator zu ſehr langſam, aber ſtätig vor und erwärmt ſich unterwegs als ſchlechter Wärmeleiter nur wenig. Am Äquator gelangt es, vielleicht wegen des vom andern Pole her ſtattfindenden Gegenſtromes

des kalten Bodenwassers zum Stillstand, nimmt nach und nach die Bodenwärme an und steigt demzufolge auch nach und nach zur Oberfläche, während es neuen vom Pole herkommenden Wassermassen Platz macht. An der Oberfläche wird es nun noch mehr erwärmt und strömt langsam polwärts wieder ab, um, wieder abgekühlt, zu Boden zu sinken und den Kreislauf aufs neue zu beginnen. So können wir uns, schematisch, das Meereswasser an jeder Seite des Äquators als eine Masse darstellen, welche an ihrer Oberfläche, Unterfläche und an der Berührungsfläche mit der entsprechenden transäquatorialen Wassermasse in fortwährender langsamen Bewegung ist, die aber je näher ihrem Kern umsomehr in Stillstand geraten und eine um so gleichmäßigere Durchschnittstemperatur annehmen wird.

Aber die Züge dieses Schemas werden durch allerlei Störungen beeinträchtigt und verwischt. Erstens finden sich noch andere, durch verschiedene Einflüsse veranlaßte horizontale Strömungen, außerdem anderweitige Verschiebungen des Oberflächenwassers lokaler Art durch Winde, Einmünden von Flüssen u. f. w., und endlich ist der Boden des Meeres, wie wir sahen, nicht so eben und gleichmäßig, daß die kalten Polwässer überall unbehindert und in gleicher Tiefe zum Äquator vordringen könnten.

So bilden z. B. jene beiden unterseeischen Quergebirge im atlantischen Ozean Barrieren, welche den Zufluß der kalten antarktischen Gewässer auf dem Meeresboden nach dem Äquator zu regeln. Westlich von dem großen Längsrücken, der überhaupt nicht von den kalten Bodenströmungen berührt wird, kann der Zufluß des ganzen vom Südpol kommenden Tiefwassers stattfinden, es findet sich hier entlang der Ostküste Südamerikas bis zum 10^0 n. Br. eine „kalte Rinne“, in welcher das Wasser von einer gewissen Tiefe an gradatim an Wärme bis zum Boden abnimmt, hier aber eine Temperatur von unter 0^0 C. hat. Ähnlich ist es auf der östlichen Seite des atlantischen Ozeans, aber nur bis zu dem Quergebirge zwischen Challengerrücken und Damara-land. Jenseits desselben tritt die auf den ersten Blick sonderbare erwähnte Erscheinung auf, daß das Wasser bis zur Westküste Englands hinauf in einer Tiefe von 2000 Faden an bis zum Boden fast allenthalben eine

Je weiter nun der Zugang ist, durch welchen die kalten Polwasser auf den Grund des Meeres äquatorwärts vordringen, desto stärker wird ihr Zufluß fein und desto mehr und länger werden sie ihre Eigenschaften beibehalten können. So beeinflußt das antarktische Meer, das in weiter offener Kommunikation mit allen großen Ozeanen steht, die Temperaturverhältnisse dieser weit mehr und viel weiter bis zum Äquator, ja über ihn hinaus als das arktische, das nach Süden hin durch viel engere und flachere Kanäle sowohl mit dem atlantischen als mit dem stillen Ozean kommuniziert. Der letztere steht außerdem durch eine viel breitere Basis mit dem südlichen Eismeer in Verbindung als das atlantische Meer, erhält folglich mehr kaltes Grundwasser und hat daher auch eine geringere Bodentemperatur.

Einzelne tiefe Meere kleineren Umfangs bilden unterseeische, rings abgeschlossene Becken und haben, da die abschließenden seichterem Regionen als Barrieren wirken, eine gleichmäßige Temperatur von einer gewissen Tiefe an; diese Temperatur ist aber um so höher, je weiter die Barrieren heraufragen und je mehr sie den Zufluß kalter Bodenwasser abhalten. Die kleine, aber tiefe, zwischen Borneo und den Philippinen befindliche Sulusee erläutert dies sehr gut. Sie hat eine Maximaltiefe von 2550 Faden, ist aber rings von teilweise als Inseln (Borneo, Palawan, Mindoro, Panay, Mindanao etc. und im Südosten die Inseln des Suluarchipels) zu Tage tretenden unterseeischen Höhenzügen abgeschlossen und ihre Temperatur ist von 300 Faden an bis zum Boden eine gleichmäßige von $+ 10^0$. 2. C. Genau so verhält es sich mit dem Mittelmeere, das von 300 Meter an abwärts bis zu seiner größten bekannten Tiefe (über 3000 Meter) eine Temperatur von $13,8$ bis $13,5^0$ C. hat und in der Straße von Gibraltar durch eine sehr dicht unter dem Wasserspiegel (stellenweise bloß 82 Meter) gelegene Barriere von dem kalten Grundwasser des atlantischen Ozeans abgeschnitten ist.

Die Kenntnis der Verteilung der Temperaturen auf dem Boden des Meeres hat übrigens ein wissenschaftliches, aber auch ein wirtschaftliches Interesse, da sich namentlich im nordatlantischen Ozean viele wichtige Fische in ihrem Vorkommen nicht nur nach der Tiefe, sondern auch nach den Wärmeverhältnissen des Wassers richten.

Man könnte nun die Frage aufwerfen, warum das Meereswasser auf dem Boden bei -3°C . nicht gefriere. Darauf würde zu antworten sein, daß einmal der Gefrierpunkt des salzigen Meereswassers überhaupt ein anderer als der des süßen Wassers sei, indem er nicht bei 0° , sondern im bewegten Zustande bei $-2,55^{\circ}\text{C}$., im ruhenden aber bei -3°C . liege und daß weiter bei dem Wasser aus großen Tiefen infolge des ungeheueren Druckes noch eine weit bedeutendere „Überkaltung“, d. h. Herabsetzung der Temperatur stattfinden könne, bevor es in den festen Aggregatzustand übergehe.

Druckverhältnisse auf dem Boden der Tiefsee. Der Druck, welchen die ungeheuere Wasserfülle in den tiefsten Tiefen des Meeres ausübt, ist über alle Begriffe gewaltig. Wyville Thomson sagt: ein Mensch würde bei einer Tiefe von 2000 Faden ein Gewicht auf sich lassen haben gleich dem von 20 Lokomotiven, eine jede mit einem langen mit Eisenschienen belasteten Güterzug, — mit anderen Worten, der Mensch würde, wenn er plötzlich einem solchen, aber in nur einer Richtung, nicht allseitig wirkenden Drucke ausgesetzt würde, so platt wie Postpapier gedrückt werden. Moseley berechnet

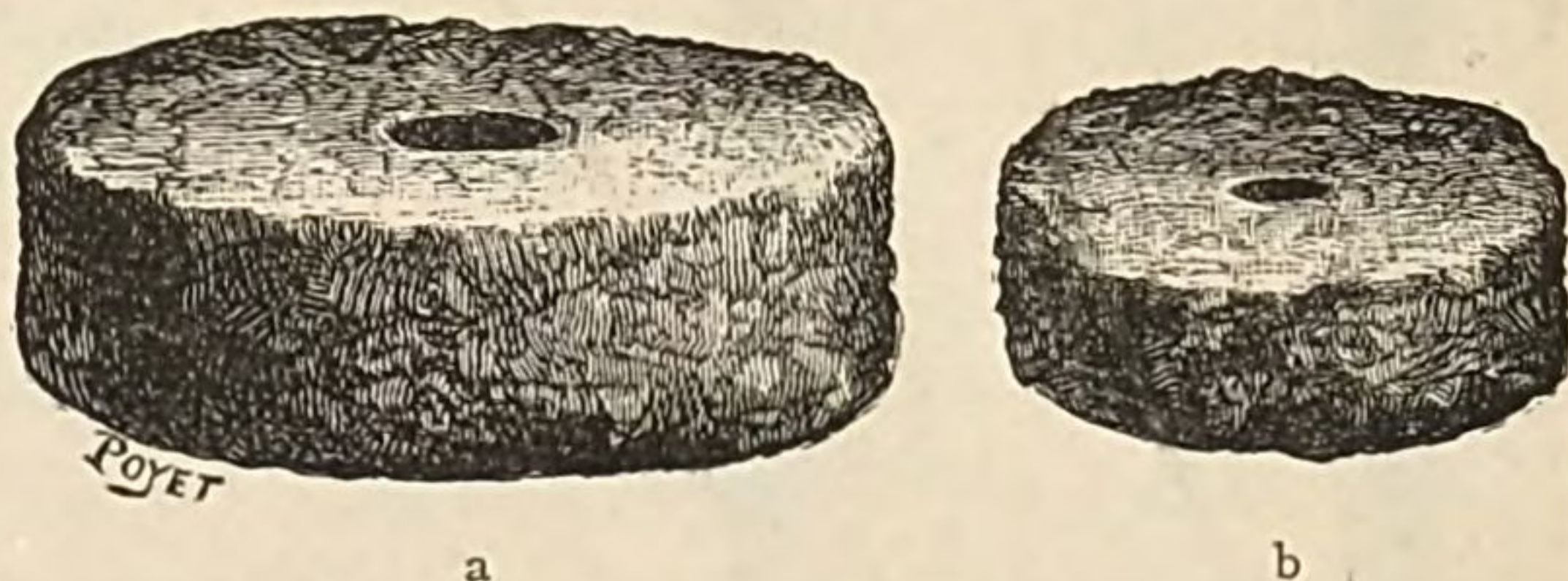


Fig. 21. Korkscheiben, welche den Eingang zum Schleppnetz aufgesperrt halten.
a vor dem Gebrauch, b nach dem Gebrauch (auf denselben Maßstab reduziert).

den Druck auf den Quadratzoll für je 1000 Faden zu ein Ton englisch (2250 Pfund) oder 166 Atmosphären, sodaß sich der größte Druck im Meere, entsprechend der bedeutendsten Tiefe desselben, auf ca. $4\frac{1}{2}$ Ton (10125 Pfund) oder 747 Atmosphären pro Quadratzoll stellen würde. Dem entsprechend giebt Perrier ein Gewicht von 10850 Kilogramm für je 1000 Meter Tiefe auf den Quadratdecimeter an. Hölzerne Gegenstände werden durch diesen Druck auf die Hälfte ihres Volumens zusammengepreßt. Auf der Talisman-Expedition bediente man sich starker, an einer Schnur aufgereihter Korkscheiben, um den Eingang in das Dredschnetz offen zu erhalten. Nachdem sie nur kurze Zeit in Gebrauch waren, wurden sie (Fig. 21 a und b) um mehr als die Hälfte

ihres Volumens reduziert und ihr Gewebe war bedeutend verdichtet, so daß sie die Konsistenz von Holz annahmen.

Das Wasser selbst wird durch diesen furchtbaren Druck nur wenig in seinem Volumen verändert: bei 1524 Meter würde es, entsprechend einem Drucke von 159 Atmosphären, nur um $\frac{1}{144}$ an Volumen abnehmen und bei 30480 Meter (Tiefen, wie sie in Wahrheit niemals im Meere vorkommen) nur um $\frac{1}{7}$.

Man hat zwar Instrumente erfunden, um den Wasserdruck in den Meerestiefen direkt zu messen, aber Wyville Thomson bemerkt sehr richtig, es sei, wenn man alle in Betracht zu ziehenden Elemente der Berechnung genau kenne, weit bequemer die Frage am Studiertische zu Hause als auf der Kampagne draußen beantwortend auszuarbeiten.

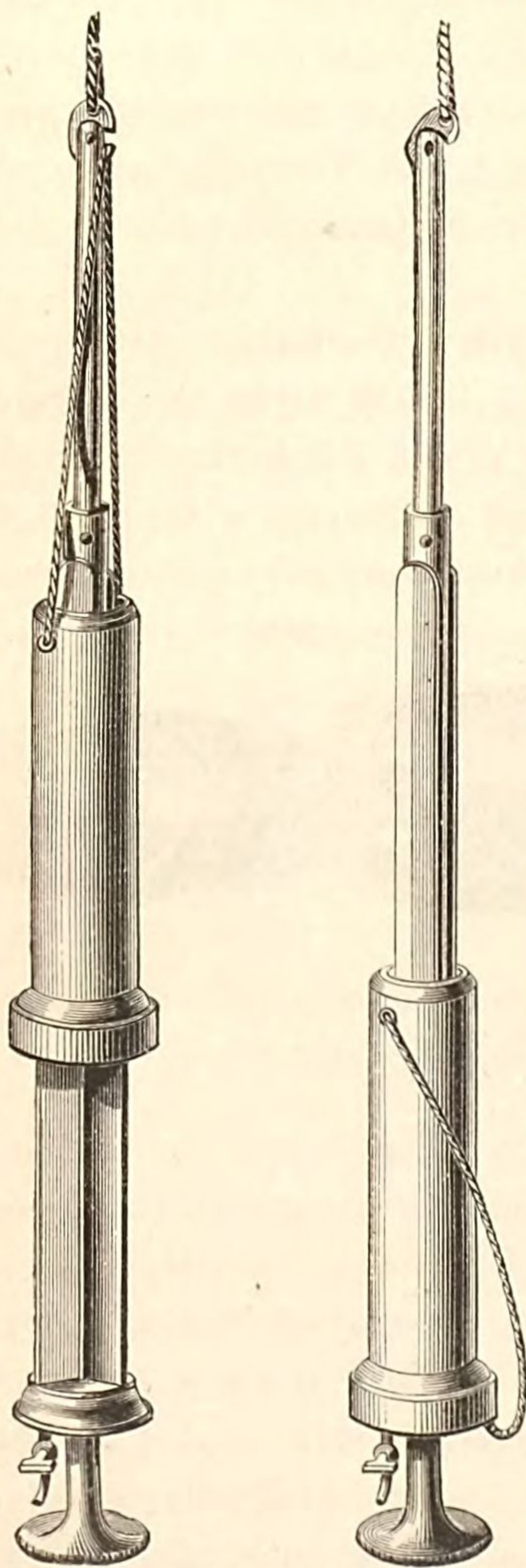


Fig. 22. Tiefsee-Wasserschöpfer.

Chemie des Tiefseewassers. Um sich Proben von Tiefseewasser unvermischt zu beschaffen, bedient man sich verschiedener Instrumente. Das eine, schwedischen Ursprungs, diente zuerst auf der deutschen Untersuchungs Expedition in der Nordsee 1872 und wurde auch auf der Reise des Challenger in Anwendung gebracht. Seine Konstruktion erinnert teilweise an das Prinzip des Brookeschen Tiefseelotes. Ein drei Fuß langer Messingstab (Fig. 22) hat oben einen beweglichen, seitlich einge-

kerbten Aufhänger, mittels dessen er an der Leine befestigt ist. In seinem oberen Drittel ist dieser Stab glatt und rollrund, in den beiden

unteren hat er vier ziemlich weit vorſpringende Längsleiſten, die aber nicht kontinuierlich durchlaufen, ſondern in der Mitte ſich gegen einander um 45^0 drehen, ſodaß ſie alternierend zu einander zu ſtehen kommen. An der Stelle, wo ihre Kontinuität unterbrochen iſt, findet ſich ein ſehr accurat gearbeiteter, horizontaler, meſſingener Abſatz oder ein Schied und ein ebenſolcher aber etwas breiterer am unteren Ende der Längsleiſten, unterhalb deſſen ſich der Stab als ein feſter, unten verbreiteter Staucher oder Puffer, um Beſchädigungen beim Auffloßen auf den Boden zu vermeiden, fortſetzt. Beide Abſätze ſind durchbohrt, der untere hat einen nach außen ſich öffnenden Hahn, der obere eine von einem Metallzapfen geſchloſſene Art Spundloch. Die Längsleiſten dienen einem Cylindermantel von Meſſing als Läufer oder Gleiter. Dieſer Mantel hat die halbe Länge der Längsleiſten und wird vor dem Herablaſſen des Apparats in das Meer über das mittlere Drittel des ganzen Stabes gezogen und mittels einer Schnur in die ſeitliche Kerbe des beweglichen Aufhängers eingehängt. Sobald nun der Apparat auf dem Boden aufſtößt, läßt die Lotleine nach, der Aufhänger ſenkt ſich vom Gewicht des Mantels gezogen ſeitlich, die Schnur hängt ſich aus und der Mantel gleitet auf die untere Hälfte des Leiſtentails des Stabes. Sein unterer und oberer Rand ſind aber genau ſo gearbeitet, daß ſie waſſerdicht auf die beiden Abſätze ſchließen und ſo das zwifchen den Längsleiſten im Moment des Herabgleitens des Cylindermantels befindliche Tiefſeewaſſer abgefangen wird und beim Herausholen unvermiſcht bleibt. Will man das Waſſer aus den abgeſchloſſenen, nicht waſſerdicht von einander geſchiedenen Zwifchenräumen zwifchen den Leiſten entfernen, ſo löſt man den Zapfen aus dem Spundloch des oberen Abſatzes und öffnet den Hahn des unteren.

Dieſer Apparat funktioniert natürlich nur, nachdem er den Boden erreicht hat, aber es kommt auch darauf an, Waſſer aus höheren Meeresſchichten zur Unterſuchung zu erhalten und zu dieſem Behufe hat Buchanan, der Phyſiko-Chemiker des Challenger, eine ſinnreiche Schöpf- flasche ausgedacht (Fig. 23). Eine 2—3 Fuß lange, $2\frac{1}{2}$ Zoll weite Meſſingröhre iſt oben und unten durch ein Diaphragma geſchloſſen, in welches je ein tubenförmiges Einſatzrohr geſchraubt wird. Dieſe Röhren

können durch selbstbewegende Hähne abgeschlossen werden, die durch eine bewegliche Längsstange miteinander verbunden sind, so daß beide sich zugleich öffnen oder schließen. An dieser Stange ist oben eine bewegliche Metallplatte angebracht. Beim Herablassen (Fig. 23 links) kann das Wasser frei durch die ganze Röhre passieren, denn durch den Gegendruck des Wassers ist die Seitenstange gehoben und die mit ihr verbundenen korrespondierenden Hähne stehen offen. In der gewünschten

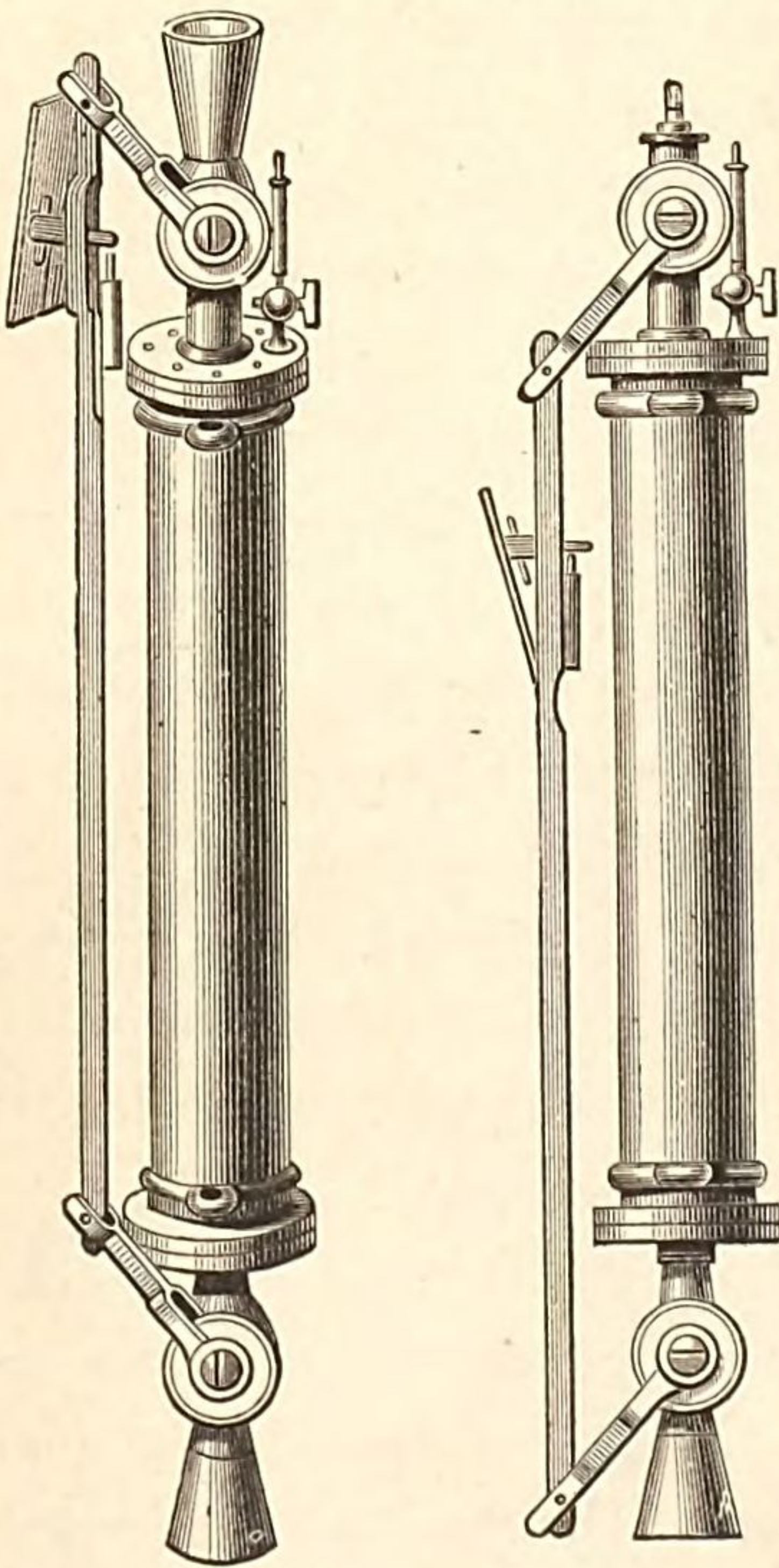


Fig. 23. Buchanans Wasserschöpfer.

Tiefe wird mit dem Apparat Halt gemacht, worauf er wieder nach oben gezogen wird. Jetzt wirkt der Gegendruck des Wassers in der anderen Richtung gegen die Seitenstange, sie wird nach unten gedrängt, demnach schließen sich die Hähne und das im Moment des Herausholens in der Röhre befindliche Wasser wird abgesperrt. Will man den Inhalt der Röhre zur Verfügung haben, so schiebt man einfach die Stange nach oben, so daß die Einsatztuben geöffnet sind. Im oberen Diaphragma befindet sich eine Ventilröhre, welche bis in das eingeschlossene Wasser reicht. Ihr Zweck ist, überschüssiges Wasser, das vielleicht durch die unter geringerem Druck stattfindende Ausdehnung der ganzen Masse, namentlich auch freier Gase, den Apparat gefährden könnte, entweichen zu lassen, ohne daß von den oberhalb des Wassers sich ansammelnden Gasen etwas verloren geht. Das tubenförmige Ende der oberen Einsatzröhre kann abgeschraubt und durch einen Gas sammelnden Apparat ersetzt werden.

Die chemische Untersuchung hat dargethan, daß im Seewasser überhaupt 32 Elemente vorkommen, die meisten indessen nur in Spuren.

Seine charakteristischste Eigenschaft ist sein Salzgehalt, der zu-

gleich einer der wichtigsten Faktoren für das Tierleben im Meere ist. Der Grad des Salzgehaltes schwankt an und nahe der Oberfläche des Meeres sehr bedeutend nach Lokalität, Jahreszeit, herrschenden Winden u. s. w., namentlich in den Tropen. Je tiefer sich die Wasserschichten befinden, desto mehr vermindern sich die Verschiedenheiten an Gehalt des Salzes und zwischen 800—1000 Faden scheint derselbe in allen Meeren gleich zu sein. Diese Wasserschicht ist zugleich die salzärmste, — sowohl oberhalb wie unterhalb derselben wird der Salzgehalt immer größer. Der höhere Gehalt des Bodenwassers an Salz ist aber eine Folge der langsamen Vertikalströmung vom Pol zum Äquator auf dem Boden und zurück auf der Oberfläche.

Neben den festen Bestandteilen enthält das Meereswasser nun auch Gase. Zunächst eine Mischung von Stickstoff und Sauerstoff, also atmosphärische Luft, aber von einer anderen Zusammensetzung als die uns umgebende. Während diese im Durchschnitt 23% Sauerstoff und 77% Stickstoff enthält, ist der Gehalt an Sauerstoff in der dem oberflächlichen Meereswasser beigemengten Luft zwischen 33 und 35%. Nach der Tiefe zu vermindert sich zunächst der Sauerstoffgehalt bis zu einem gewissen Grade, um dann nach dem Boden hin wieder zuzunehmen. Buchanan fand folgendes durchschnittliche Verhalten:

Tiefe (in Faden)	0	25	50	100	200	300	400	800	von 800 bis zum Boden
Sauerstoffgehalt der Luft	33.7	33.4	33.2	30.2	33.4	11.4	15.5	22.6	23.5

Aus der bemerkenswerten Thatfache, daß zwischen 200 und 400 Faden Tiefe ein so plötzlicher und bedeutender Mangel an Sauerstoff eintritt, glaubte Buchanan auf einen starken Konsum desselben, also auf ein gerade hier besonders stark entwickeltes Tierleben schließen zu dürfen, jedenfalls auf ein regeres als auf dem Boden des Meeres, da außerdem bei geringerer Tiefe mehr Gelegenheit zur Erneuerung des Sauerstoffs durch die größere Nähe einmal der Oberfläche, dann aber der Vegetation, welche nur in äußerst winzigen Formen unter 100 Faden hinabsteigt, geboten sei.

Das war ein Trugschluß. Die größere Menge an Sauerstoff nahe der Oberfläche ist allerdings auf die von Buchanan angezogenen Ursachen zurückzuführen, aber weder berechtigt der Mangel daran zwischen 200 und 400 Faden dazu, auf ein gesteigertes, noch der vermehrte Gehalt von 800 unterwärts auf ein reduziertes Tierleben schließen zu dürfen. Wie bei der Verteilung des Salzgehaltes resp. der Dichtigkeit im Seewasser ist die Ursache auch dieser Erscheinung vielmehr in der vertikalen Strömung zu suchen. Gerade in jenen, so zu sagen, stagnierenden Wassermassen mit weniger Salz, weniger Sauerstoff, geringer oder gar keiner Bewegung und konstanter Temperatur ist das Tierleben im Verhältnis zu seiner Entfaltung auf der Oberfläche und in der Tiefe nur schwach vertreten.

Daß die im Seewasser enthaltene Luft einen bedeutenderen Prozentteil Sauerstoff enthält als die uns umgebende, hat übrigens seinen Grund darin, daß das Seewasser für Sauerstoff ein größeres Absorptionsvermögen besitzt als für Stickstoff.

Auch über die Verteilung freier Kohlensäure im Meereswasser ist man zu verschiedenen Zeiten verschiedener Ansicht gewesen und ist es von verschiedenen Seiten noch heute. Man schloß und schließt teilweise noch auf eine Zunahme derselben mit der Tiefe, einmal aus der nachgewiesenen Abnahme an Sauerstoff, dann aber auch aus dem Zurücktreten des Kalks in den größten Tiefen, wo der rote Thon meist nur sehr geringe, bisweilen gar keine Spuren von Kalk besitzt, wo die Tiere mit kalkigen Schalen und Skeletten immer mehr verschwinden und solchen mit entsprechenden kieseligen Gebilden Platz machen. Die neueren sorgfamen chemischen Analysen von Tiefseewasser haben indessen keine Vermehrung freier Kohlensäure in der Nähe des Bodens der Ozeane nachzuweisen vermocht. Jedenfalls ist nicht soviel vorhanden, daß sie dem Tierleben schädlich sein könnte. Hin und wieder mögen sich in der Tiefe Wassermassen mit vermehrter freier Kohlensäure finden, diese ist dann aber auf die Gegenwart vulkanischer Quellen zurückzuführen. Was die Auflösung der kalkigen Organismenreste in der Tiefe betrifft, so ist Dittmar der Meinung, daß sie noch lange nicht die Gegenwart einer freien Säure beweisen, sondern nur die lösende Fähigkeit des See-

wassers an und für sich, das selbst wenn es alkalisch ist, bei genügend langer Zeit kohlenfaueren Kalk aufzulösen und aufzunehmen vermag.

Das Licht und die Tiefsee. Einer der wichtigsten und thätigsten Arbeiter im großen Laboratorium der Natur ist das Sonnenlicht. Unter seinem Einflusse wird anorganische Materie in organische umgesetzt und so beruht in letzter Linie alles Leben auf Erden auf seiner Gegenwart.

Die Tiefe, bis zu welcher das Sonnenlicht oder gewisse Strahlen desselben in das Meer einzudringen vermögen, werden je nach den Umständen sehr verschieden sein: ein heller oder ein trüber Tag, eine ruhige oder eine bewegte Oberfläche, ein mehr oder weniger von Fremdkörpern freies Wasser werden, je nachdem diese Faktoren zusammenwirken, den Grad des Eindringens fördern oder behindern.

Die ältesten in dieser Hinsicht angestellten Untersuchungen (aus den vierziger Jahren unseres Jahrhunderts herrührend) und alle weiteren bis 1880 (während der Expedition des k. k. österreichischen Schiffes „Hertha“ unter Wolf und Luksch im adriatischen und jonischen Meere ausgeführt) sind sehr roh und geben sicher keine richtige Vorstellung von der wahren Tiefe, bis zu welcher das Sonnenlicht gelangen kann. Sie beruhen auf Experimenten, bei denen meist weiße Gegenstände (Marmortafeln z. B.) an Leinen in das Meer gesenkt wurden, solange bis sie dem von oben beobachtenden Auge entchwanden. Wenn man nun auch teilweise (Wolf und Luksch) versuchte, die erzielten Resultate durch Berechnung der Intensitätsverluste, welche die Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgang durch verschiedene Medien von verschiedener Dicke und Dichtigkeit auf dem Hinwege zum versenkten Gegenstande und das reflektierte Licht durch Absorption auf dem Rückwege durch dieselben Medien bis zum Sehorgan des Beobachters erlitten hatten, richtiger zu stellen, so entsprechen doch die gewonnenen Befunde sicher nicht entfernt den Tiefen, bis in welche auch noch das ganze weiße Sonnenlicht gelangen kann. Wolf und Luksch versenkten viererlei Scheiben: weiße, blankmessingene, blankkupferne und grünangestrichene und stellten durch Beobachtung und Berechnung fest, daß sie in entsprechender

Reihenfolge bei nachstehenden Tiefen verschwanden: 48,11 Meter, 37,01 Meter, 34,40 Meter und 30,01 Meter.

Weit exaktere Untersuchungen nahmen Fol, früher schon mit ähnlichen Beobachtungen im Genfer See beschäftigt gewesen, und Sarasin

im Hafen von Villafranca vor, indem sie nach einer älteren, nicht zur Ausführung gelangten Idee von Siemens, das photographische Verfahren anwendeten.

In die Dunkelkammer wurden mit der sehr empfindlichen Monkhoven'schen Bromgelatine behandelte Platten in Kästchen lichtficher eingeschlossen, die so eingerichtet waren, daß sie sich bei gewissen Tiefen öffneten, im Moment des Herausgehens aber von selbst wieder schlossen. Ein solches Kästchen (Fig. 24bb) besteht aus Messing, ist von rechteckiger Gestalt, 40 Centimeter lang und halb so breit und enthält die mit Klammern befestigte empfindliche

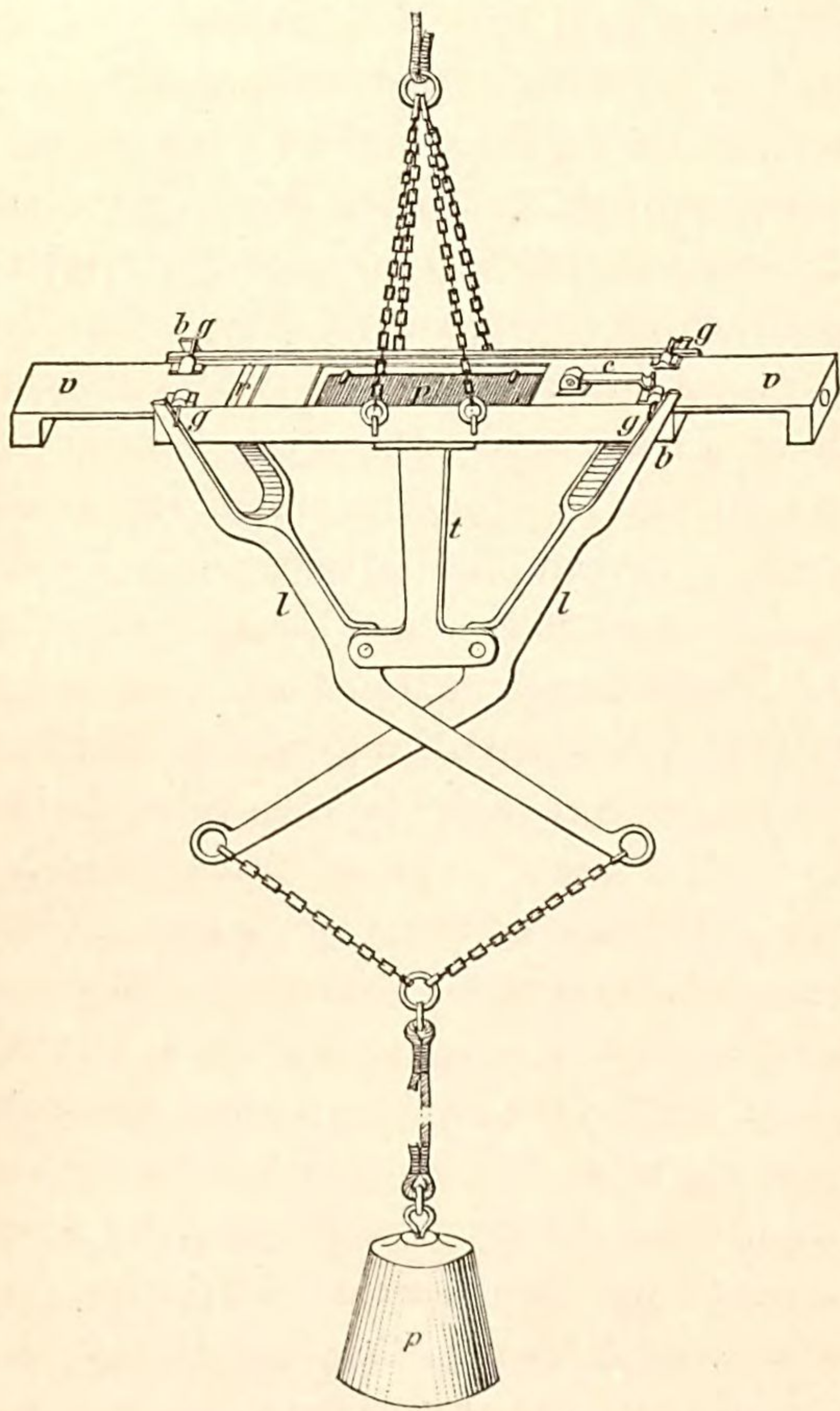


Fig. 24. Photographischer Apparat zum Messen der Lichtintensität in größeren Wassertiefen nach Fol und Sarasin. (Mém. de la Soc. de Phys. et d'hist. natur. de Genève, Tome XXIX, No. 13, Fig. 1.)

Platte (p). Oben ist dieses Kästchen durch zwei übereinander weggleitende und in Falzen laufende Messingschiebdeckel (vv) sicher verschlossen, die durch die Kraft einer am Boden des Kästchens befindlichen starken Feder wieder auseinandergeschoben werden, wie das

in der Figur dargestellt ist. Vom Boden des Kästchens nach unten geht ein Lförmiger Stiel (t) ab, welcher die Scharniere für zwei nach innen eingeknickte und zangenartig übereinander greifende Ableitstangen (ll) trägt. Jede dieser Stangen endigt oben in einer Gabel, von deren beiden Zinken je eine an jede Seite des Kästchens herantritt und sich an Stifte (gg) anlegt, welche jederseits die Schieber tragen. Unter dem Einflusse der innerlichen Feder geben sich die beiden Schieber auseinander und mit ihnen die beiden Ableitstangen. Zwischen diesen ist unten mittels einer Kette ein Gewicht (P) angebracht, das wie die drückende Kraft auf eine Schere wirkt und durch seinen Zug die Zange geschlossen hält. Dadurch werden die gabeligen Enden der Ableitstangen einander genähert und mit ihnen die beiden Schieber übereinander und über die sensitive Platte geschoben, sodaß nicht die Spur von Licht zum Innern des Kästchens und zu seinem Inhalt Zutritt hat. Ein an dem oberen Schieber befestigtes Häkchen (c) schlägt, wenn derselbe eingeschoben ist, nach innen um und faßt in einen Falz (r) des unteren Schiebers, sodaß sich das Kästchen während des Hinablassens nicht von selbst öffnen kann. Das Öffnen geht erst vor sich, wenn das Gewicht den Boden erreicht hat, denn dann hört seine Zugkraft auf und die schwächere auseinanderschiebende Kraft der Feder im Kästchen tritt ausschließlich in Aktion. Die Dauer der Aussetzung der Platte war 10 Minuten. An einem sonnigen Märztag wurde der Apparat in das Meer gesenkt und es zeigte sich, daß die Platten in größeren Tiefen wie 400 Meter nicht mehr reagierten. Durch sechs Experimente zu verschiedenen Vormittags- und Mittagsstunden und bei verschiedenen Tiefen wurde dies festgestellt. Zwischen 1.20 und 1.30 N. M. fand sich bei 405 Meter keine Spur von Reaktion mehr und auch bei einer Tiefe von 390 Meter war der um 11 V. M. auf die Platte hervorgebrachte Eindruck schwächer, als er gewesen sein würde, wenn man die Platte der Luft in einer hellen, aber mondscheinlosen Nacht ausgesetzt gehabt hätte. Helle Bewölkung schien den Grad des Eindringens des Lichtes nicht zu beeinflussen.

Interessant ist eine Thatfache, welche sich noch aus den Fol-Sarasinischen Versuchen ergab, daß nämlich im Mittelmeer bei 380 Meter eine

stärkere Beleuchtung vorhanden ist als im Genfer See bei 192 Meter. Im Mittelmeere scheint das eigene Absorptionsvermögen des Wassers selbst die hauptächliche, wenn nicht ausschließliche Ursache des Verschwindens des Lichtes in der Tiefe zu sein, im Genfer See dürften aber allerlei Verunreinigungen ein gewichtiges Wort mitsprechen.

Fol und Sarasin haben selbst die Schwäche, welche diesem geistreich ausgedachten Apparate anhaftet, gar wohl erkannt, nämlich, daß er nur auf dem Boden in Aktion tritt, aber nicht an irgend einer beliebigen Stelle im Wasser oberhalb desselben, was natürlich mit vielen Unbequemlichkeiten für den Experimentator verbunden ist. Sie haben daher noch einen andern, etwas komplizierteren Apparat konstruiert, bei welchem die Deckel mittels eines Uhrwerks geöffnet werden, während des Ganges desselben auch geöffnet bleiben, nach Ablauf sich aber wieder schließen. Aufgezogen oder richtiger in Thätigkeit gesetzt wird das Werk im Wasser bei beliebiger Tiefe durch den Druck eines kleinen Gewichtes, das man an der Leine nachlaufen läßt.

Viel einfacher ist ein von von Peterfen ausgedachter und von Chun beschriebener und abgebildeter Apparat, der auf dem Prinzip der Propeller-Schraube beruht. Mein Freund Chun schreibt über dieses Tiefsee-Photometer folgendes: „Die Bromsilberplatte, welche, wie vorherige Versuche lehrten, von dem Seewasser nicht angegriffen wird, liegt in einer aus Blei hergestellten Dose (Fig. 25 A). Der ebenfalls aus Blei bestehende Deckel der Dose kann an einem Scharnier auf- und zugeklappt werden und greift in einen doppelten Falz derart ein, daß seitlich kein Lichtstrahl einzudringen vermag. Diese Dose hängt excentrisch, freibeweglich in einem Rahmen und würde demgemäß ohne weitere Vorrichtung die auf Fig. 25 B ersichtliche Stellung einnehmen. Um nun in beliebiger Tiefe ein Öffnen des Deckels, also eine Exposition herbeizuführen und nach beliebiger Zeit wieder die Dose zu schließen, ist nach dem Prinzip des Negretti und Zambra'schen Umkippthermometers (vergl. pg. 60 und Fig. 18 dieses Buches) ein Propeller (p) verwertet. Derselbe besitzt vier Flügel und beginnt erst zu wirken, wenn der Apparat in die Höhe gezogen wird. Ein feines, an dem Propeller befestigtes Schraubengewinde greift durch eine Schraubenmutter in den durchbohrten Rand

der Dose und steckt etwa einen halben Centimeter tief in dem seitlichen Falz des Deckels. Der Apparat wird nun in eine beliebige, durch das Zählwerk der Lotleine kontrollierbare Tiefe herabgelassen. Wird er, dort angelangt, in die Höhe gezogen, so hebt sich das Schraubengewinde

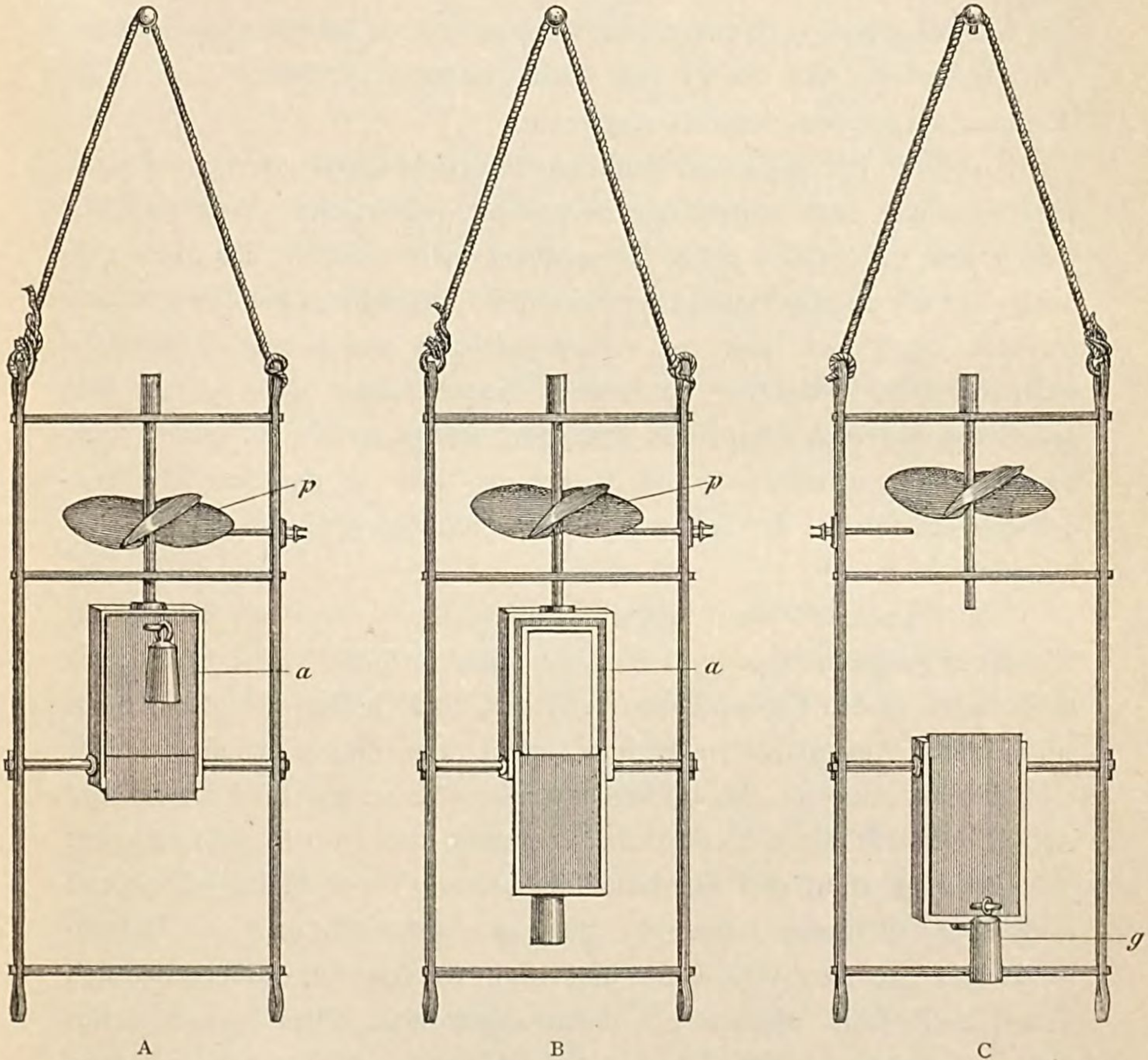


Fig. 25. von Peterfens photographischer Apparat zur Messung der Lichtintensität in größeren Tiefen (nach Carl Chun „Die pelagische Thierwelt etc.“ in Bibliotheca zoolog. Heft I, Fig. 4—6). A beim Herablassen, B bei der Arbeit, C beim Heraufholen.

durch die Drehung der Flügel des Propeller und tritt aus dem entsprechenden Falz des Deckels. Letzterer klappt auf und die Platte wird exponiert (Fig. B). Ein dem Deckel seitlich anhängendes Bleigewicht (g)

erleichtert das Aufklappen, welches bei einer Hebung des Apparates um 2,5 Meter erfolgt. Hat man die erforderliche Zeit hindurch exponiert, so tritt bei einer weiteren Hebung das Gewinde auch aus der entsprechenden Öffnung der Dose und letztere, weil excentrisch aufgehängt, klappt zu (Fig. 25 C).“

Nach weiteren vorläufigen Mitteilungen unseres Gewährsmannes fand von Peterfen, daß die Platten noch bei 500—550 Meter nach halbstündiger Exposition deutlich reagierten.

Pouchet hat gegen aus früheren Beobachtungen gezogene Folgerungen einige, nicht unwichtige Bedenken vorgebracht. Nach ihm beweisen jene nur, daß weißes Sonnenlicht nicht tiefer in das Meer eindringt als bis zu 400 Meter, aber deshalb könnten die grünen und blauen Strahlen noch recht gut viel weiter gelangen und das sei sogar sehr wahrscheinlich. Moseley hat freilich einmal, aber ohne weitere Begründung, hervorgehoben, daß man doch kaum annehmen könne, daß irgendwelche Einzelstrahlen des Spektrums tiefer in das Seewasser eindringen als solche, für die gewöhnliches photographisches Papier empfindlich sei.

Vor Pouchet hatte übrigens schon (1884) Verrill ähnliche Ideen wie dieser ausgesprochen und zu begründen versucht. Er meint, Licht müsse auch in den tiefsten Tiefen herrschen, sonst hätten die oft so hoch entwickelten Augen der Tiefseetiere keinen Sinn, und er behauptet nicht bloß die Existenz von Licht, sondern unternimmt es auch auf sehr interessante Art die Qualität dieses Lichtes zu bestimmen und zwar folgendermaßen:

Es ist bekannt, daß sehr viele Tiefseetiere oft äußerst lebhaft gefärbt sind, aber fast immer orange bis purpurrot oder braunrot, — hellgelb sowie alle Nüancen von Grün und Blau werden nur außerordentlich selten, z. T. selbst niemals bei ihnen angetroffen. Dies spricht dafür, daß die ungeheuere Wassermenge des Meeres bis zum tiefsten Boden hinab die grünen Strahlen des Sonnenlichtes durchläßt, während alle orangenen und roten resorbiert werden. Diese durchgelassenen grünen Strahlen können aber von komplementär gefärbten Tieren nicht reflektiert werden, weshalb diese an ihrem Aufenthaltsorte fast unsichtbar oder doch ebenso geschützt wie dunkelbraune oder schwarze sein werden. Es scheint

Verrill wahrscheinlich, daß mehr oder weniger Sonnenlicht wirklich bis in die größten Tiefen des Ozeans eindringen könne in Gestalt eines sanften meergrünen Lichtes, bis zu zwei oder drei Tausend Faden vielleicht mit einer Leuchtkraft, wie sie der nicht volle Mond in unseren Nächten entwickelt, und in die größten Tiefen nicht stärker als der oberirdische Sternenschimmer. Eins dürfe man nicht vergessen, daß nämlich das weit vom Lande entfernte Wasser der Tiefsee viel durchsichtiger als das nahe an der Küste sei.

Von einer durch Phosphoreszenz erzeugten Beleuchtung des Tiefseebodens will Verrill nichts wissen. Die wäre doch nach seiner Meinung zu dürftig, um den dort hausenden Tierformen Augen von oft so hoher Entwicklung und brillante, wenn auch negativ wirkende Farben anzuzüchten.

Die in dieser Deduktion enthaltenen Einwürfe gegen die Annahme der abyssischen Finsternis sind nicht so ohne weiteres von der Hand zu weisen.

Der Behauptung Verrills, daß in der Tiefsee Licht fein müsse, wird man unbedingt beistimmen; auch gegen seine Annahme, daß dieses Licht wahrscheinlich grünlich sei, läßt sich nicht viel einwenden, ja die Thatfache, daß sehende Krebse, Ringelwürmer u. s. w. der Tiefe rotes Augenpigment haben, gewinnt durch diese Annahme nur neue Bedeutung. Aber ist es nötig, die Quelle dieses Lichtes unmittelbar in der Sonne zu suchen? Giebt es wirklich einen Beweis dafür, daß die Phosphoreszenz auf dem Meeresboden eine so dürftige ist, wie Verrill sie darstellt? John Murray giebt auch zu, daß manche Strahlen des Sonnenlichtes vielleicht in größere Tiefen eindringen, als man gewöhnlich annimmt, aber er möchte trotzdem behaupten, daß keine bis in die größten Tiefen eindringen. Freilich, die Wissenschaft hat noch kein Mittel gefunden, empirisch festzustellen, ob und wie weit etwa einzelne Strahlen in das Meereswasser gelangen.

Bei der Beurteilung der auf dem Boden der See möglicherweise vorhandenen Phosphoreszenz darf man nicht allein an größere leuchtende Tiere denken, obgleich auch diese sicher wohl ein sehr intensives Licht entwickeln werden. Wyville Thomson erzählt, daß auf der Fahrt

von den kapverdischen Inseln nach Südamerika der Glanz des südlichen Sternhimmels in einer klaren, aber allerdings mondscheinlosen Nacht von dem Leuchten des Meeres ganz verdunkelt wurde. Leicht konnte man auf dem Verdeck die kleinste Schrift lesen. Während der ersten beiden Nächte schien die Lichtquelle hauptsächlich auf zahlreichen Pyrosomen, ansehnlichen schwimmenden Kolonien von Seescheiden oder Ascidien, zu beruhen, die im Wasser weiß aufglühten wie geschmolzenes Eisen. Wenn die von den Pyrosomen ausgehende Helligkeit in diesem Falle trotz des tropischen Glanzes der Gestirne so bedeutend war, so können wir gut und gern annehmen, daß bei 2000 Faden z. B. das, dem Bau und der Entfaltung der Leuchtorgane nach zu schließen, bei Fischen noch ganz anders entwickelte Licht die Dunkelheit auch noch ganz anders durchstrahlen wird. Es ist aber auch kein Grund vorhanden, die abyssische Gegenwart winziger Lebewesen in Zweifel zu ziehen und es ist gar nicht unwahrscheinlich, daß, zum Teil wenigstens, dieselben Formen, welche der Oberfläche des Meeres den herrlichen Schimmer verleihen, durch die vertikale Strömung mit in die Tiefe geführt werden. Die herabgesetzte Temperatur dürfte lange nicht für alle jene unendlichen kleinen Organismen von absolut zerstörender Wirkung sein, denn, wenn auch unter den Tropen das Meeresleuchten weit mächtiger auftritt, fehlt es doch auch in den gemäßigten, selbst in den kalten Regionen nicht, und Sauerstoff, ohne dessen Gegenwart die doch auch auf einem Verbrennungsprozeß beruhende Phosphoreszenz überhaupt nicht recht gedacht werden kann, ist, wie wir sahen, in jenen Regionen reichlich genug vorhanden. Anders mag es in der stagnierenden Wassermasse zwischen Oberflächen- und Bodenvasser sich verhalten.

Andererseits wäre doch vielleicht ein Einwand gegen die unbewiesene, aber immerhin mögliche Gegenwart grüner Strahlen des Sonnenlichtes in bedeutenden Tiefen zu machen, während dieselbe umgekehrt für geringere sehr wahrscheinlich wird.

Die vertikale Verteilung der Pflanzen im Meere, namentlich ihrer Färbung nach, ist nämlich eine sehr eigentümliche. Die grünen und (durch Phaeophyll) braunen Algenformen, die Siphoneen und Fucaceen wachsen nahe der Oberfläche, oder, wenn sie ja tiefer wurzeln, treibt doch die größere

Masse ihres Körpers in solchen Wasserschichten, welche dem Einflusse des gewöhnlichen Sonnenlichtes noch völlig zugänglich sind. Das Chlorophyll und Phaeophyll, Modifikationen des Chromophylls, durch deren Gegenwart die für den Stoffwechsel der Pflanze nötige Sauerstoffausscheidung vor sich geht, werden, wie Engelmann nachgewiesen hat, am lebhaftesten in entsprechender Weise von den roten, dann von den blauen Strahlen des Sonnenlichtes angeregt, während unter dem Einflusse der grünen ein Minimum der Ausscheidung stattfindet. Nun sehen wir, wie mit zunehmender Tiefe oder mit zunehmendem Schatten des Standortes (in Grotten, an der Nordseite von überhängenden Felsen etc.) die grünen und braunen Algen verschwinden und violette und rote (Florideen) ihre Stelle vollkommen einnehmen, Pflanzen also mit den komplementären Farben zu Grün und Gelb. Diese Farben der Rhodophyll genannten Modifikationen des Chromophylls leisten unter diesen Umständen doch dasselbe wie das wahre Chlorophyll (z. B. auch bei der einzelligen roten Alge *Haematococcus*) und heben die negative Wirkung der rein grünen und gelben Lichtstrahlen auf. Diese aber dringen wirklich allein in bedeutendere Tiefen, da, wie wir auch sonst wissen, das grün oder blau gefärbte Seewasser alle andern Farbenstrahlen absorbiert. So fand Aitken, als er gefärbte Gegenstände in Seewasser untertauchte, daß weiße blau, gelbe grün und purpurrote violett erschienen — Beweis genug, daß alle roten Strahlen absorbiert waren, womit freilich gewisse Beobachtungen Secchis, denen zufolge grüne Strahlen von Blau und Indigo absorbiert werden sollen, so wenig stimmen, wie die Ansicht von A. Agassiz, daß bei 50 Faden im Meere ein rötlich-gelbliches Dämmerlicht herrschen soll.

Im übrigen harmoniert die Sache prächtig mit den Ansichten von Verrill-Pouchet, allein sie hat ihr „Aber“. Nämlich unterhalb 100 Faden verschwinden die farbigen Pflanzen, nur wenige Nulliporen finden sich noch und in großen Tiefen über 1000 Faden kommt nur noch, so weit wir wissen, eine einzige, ein parasitischer, in Korallen bohrender, sehr niedrig stehender Fadenpilz, *Achlya penetrans*, vor, der freilich zum Assimilieren kein Licht braucht.

Angeichts dieser Thatfachen neige ich mich doch zu der Ansicht,

daß auch grüne Strahlen von einiger Leuchtkraft nicht tiefer als allershöchstens 500 Faden eindringen werden, daß dann im ganzen Finsternis herrscht, bis wieder auf dem Boden und in seiner Nähe das organische Licht der Phosphoreszenz beginnt. Wahrscheinlich wird dieses auch mehr grünlich fein entsprechend (aus den von Verrill angeführten Gründen) der komplementären Farbe so überaus zahlreicher, dort hauernder niederer Tiere. Geschlossen sind freilich die Akten über die Lichtverhältnisse der Tiefsee noch lange nicht und die genaue Erforschung der hier herrschenden Erscheinungen gerade in dieser Richtung ist zwar sehr wünschenswert, aber auch mit großen Schwierigkeiten verbunden. Eins dürfen wir namentlich nicht übersehen, daß wir nämlich doch immer nur nach der Leistungsfähigkeit unserer Augen das Sehvermögen anderer Geschöpfe zu beurteilen vermögen. Lichtstrahlen, die wir längst nicht mehr als farbig empfinden, können trotzdem noch gar wohl von Tieren empfunden werden, wie Sir John Lubbock dies für die Ameisen gegenüber den ultravioletten Strahlen so gut wie bewiesen hat.

Zweiter Teil.

Das Tierleben der Tiefsee.

(Bathyzologie.)

Erstes Kapitel.

Der Fang der Tieffseetiere und die dabei gebräuchlichen Apparate.

Die Bathyzoologie, die Tierkunde der Tieffsee, ist noch keine alte Wissenschaft.

Gelegentlich hatte man wohl schon, seitdem das Interesse für die Naturwissenschaften und der Sammeleifer rege geworden waren, einen toten fremdartigen Fisch auf der Oberfläche des Meeres treibend oder an der Küste angespült gefunden und ihn als große Seltenheit und einen wissenschaftlichen Schatz ersten Ranges in einem Museum untergebracht, hin und wieder war einmal eines jener seltsamen Echinodermen, ein Pentacrinus oder Holopus, zum Erstaunen der gelehrten Welt durch Zufall an das Tageslicht befördert worden — es waren bei den Lotungen allerlei niedere Tiere ab und zu den Beobachtern zu Gesicht gekommen — durch den Eifer und das Geschick von dem Tieffseefischfang obliegenden Völkern, wie von Japanern und Cebu-Insulanern, war man mit herrlichen Kiefelschwämmen, mit den stattlichen Hyalonemen und eleganten Euplektellen bekannt geworden, aber eine methodische Untersuchung der eigentlichen Tieffsee auf ihre Tierwelt hin ging zuerst von den Skandinaviern aus.

Die Methoden, die Bewohner der abyssischen Gründe des Ozeans zu fangen und zu sammeln, haben, wie jedes Ding in der Welt ihren Werdeprozeß, ihre Geschichte und auch hier sehen wir wieder, wie so oft, daß die dabei in Anwendung gebrachten Apparate und Instrumente nichts sind als Modifikationen solcher, wie sie der gesunde, durch Erfahrung gewitzigte Menschenverstand, in diesem Falle der von ungebildeten Fischern schon seit Jahrhunderten, vielleicht seit Jahrtausenden

erfunden hatte. Daß tief drunten im Meere Fische fein müßten, konnte dem offenen Auge beobachtender Naturmenschen nicht lange verborgen bleiben und der Hunger ist nicht bloß, wie das Sprichwort sagt, der beste Koch, er ist auch für den Jäger und Fischer und im Grunde genommen für die meisten Menschen der beste Lehrmeister!

In dem volkreichen Japan steckt man, wie an den Küsten Italiens, so ziemlich alles in den Mund, was das Meer an Tieren liefert und die Quallen sichern nur ihre Nesselorgane vor dem Verspeißtwerden. Bei den Japanern scheinen denn auch Grund- oder Schleppnetze seit uralter Zeit in Gebrauch zu sein. Moseley hat (Nature 8. April 1880) die Kopie eines japanischen Holzschnittes gegeben, auf dem ein Fischer in seinem Boote sitzt, während seine am Hinterteil des Fahrzeuges nachschleppende Dredfche Muscheln fängt. Damit man auch wisse, worum es sich handelt, hat es der Künstler naiverweise für nötig gefunden, die Dredfche auf dem Wasser schwimmend darzustellen, denn wenn sie an ihrem richtigen Ort wäre, fähe man ja nichts von ihr. Die Dredfche wird in einer Randerklärung als aus Korbgeflecht bestehend beschrieben. Auch die Fischer der Nordsee bedienen sich seit langer Zeit, wir wissen nicht wie lange, verschiedener Grundnetze. Das eine, von den Engländern „beam-trawl“ genannt, ist sehr groß und dient zum Fang von Grundfischen. Im Dienste der Wissenschaft wurde es in etwas modifizierter Form und in ausgedehnterem Maße zuerst in Nordamerika von der U. S. fish-commission benutzt und es ist der Vater aller der großen Tieffeenetze, welche die Engländer the trawl-net und die Franzosen le chalut nennen.

Der Vater eines kleineren Tieffeenetzes ist das alte Auster-Scharrnetz, the dredge, la drague, wohl ein uraltes Instrument. Es besteht aus einem eisernen Handrahmen, dessen untere oder Bodenkante geschärft ist und der sich nach vorn in zwei, in einem spitzen Winkel (an dem das Tau befestigt wird) zusammenstoßende Arme verlängert. Der Sack besteht unten aus einem von eisernen Ringen gebildeten Kettenwerk, oben aus grobem Netzgarn (Fig. 26). Es ist klar, daß dieses etwas primitive und derbe Instrument in dieser Gestalt nicht sehr zart mit den zu fangenden Objekten umgeht, außerdem gehört zu seiner Handhabung ein großes Geschick, wie es wohl von dem von Jugend an daran ge-

wöhnten Austerfischer übungsweise erlangt wird, dem Naturforscher aber doch nur sehr selten zu Gebote steht.

Eines ähnlichen Netzes bedienen sich nach der Mitteilung von Eckhels die Schwammfischer an der Westküste von Kleinasien. Der Rahmen desselben ist ein längliches Rechteck von 6 Meter Länge und 1 Meter Höhe, seine untere Seite besteht aus einer Eisenstange von zirka 3 Centimeter Durchmesser, die obere und die beiden kürzeren Querseiten aus hölzernen Stangen. An dieses Gestell ist ein sackförmiges, aus fingerdicken Kamelhaarstricken bestehendes Netz mit 10 Centimeter im Quadrat großen Maschen angebracht. An die Ecken des Rahmens sind Taue befestigt, die, je zwei und zwei, rechts und links auf einer Länge von einem Meter an einander geknüpft sind und an diese beiden Knotenpunkte ist wieder je ein Tau angebunden, das in einer Entfernung von 3 Meter mit feinem Pendant und der Zugleine vereinigt wird. In der Regel wird das Netz durch die Bewegung eines mit vollen Segeln fahrenden Bootes auf dem Boden nachge-

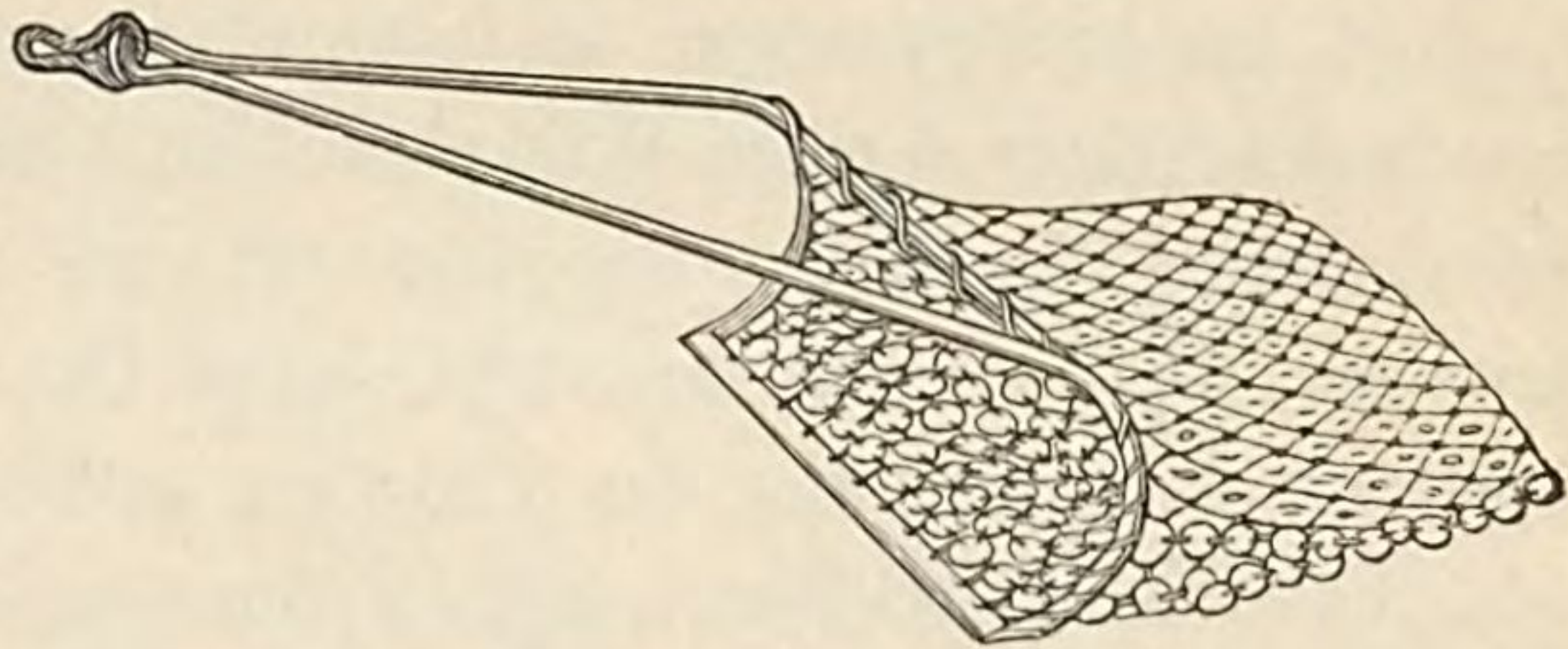


Fig. 26. Austerndredfche.

schleppt, wobei es merkwürdigerweise an das Bugspriet mittels der Zugleine angebunden wird und diese wird von einer vom Stern herabhängenden Tauschlinge, der Leitung halber, gehalten. Die Fischer benutzen es bei Tiefen von 150 bis 200 Meter.

Der erste Mann, welcher eine echte Dredfche zu wissenschaftlichen Zwecken anwendete, war der ausgezeichnete Naturforscher und dänische Konferenzrat Otho Friedrich Müller (1730—1784), der von ihr auf dem Titelblatt seiner „Zoologia danica“, eine in den Arabesken einer niedlichen Vignette nach damaligem Geschmack versteckte, winzige Abbildung und im Text folgende Beschreibung giebt, die hier, ihrer Ehrwürdigkeit halber, wörtlich verdeutscht folgen mag: „Das Hauptinstrument, mittels dessen ich die Bewohner des tiefen Meeres und seiner Buchten an die Oberwelt zu fördern bemüht war, war ein Netzsack aus Hanffschnüren gestrickt und am Rande des Eingangs mit vier zugeschärften

Eisenschienen versehen, welche 1 Elle lang, 4 Zoll breit und im Quadrat angeordnet waren. Von ihren Zusammenstoßungswinkeln erhoben sich vier Eisenstangen, die am anderen Ende durch einen beweglichen Ring vereinigt waren. An ihn wurde ein Tau von 200 und mehr Klafter (orgyae) Länge befestigt. Der in das Meer geworfene Sack fiel infolge des Gewichts seiner Eisenteile rasch zu Boden u. f. w.“

Eine wesentliche Verbesserung erfuhr die alte Müllersche Dredsche 1838 durch Robert Ball, indem von ihm der quadratische Rahmen mit einem solchen, der 12—15 Zoll lang, aber nur 4 hoch war, vertauscht wurde, und an Stelle der vier Eisenstangen deren nur zwei, an der Befestigungsstelle der Leine bügelartig zusammenstoßende und am Ende nach den Ecken des Rahmens zu gabelig sich teilende verwendet wurden. Diese Dredsche hat keine verschiedene obere und untere Seite und an den breiten Seiten des Rahmens findet sich je ein zum Eingangslumen des Netzes in einen Winkel von 110^0 gestelltes $1\frac{1}{2}$ —2 Zoll breites Schabeisen. Wyville Thomson sah, wie Dr. Ball mit diesem Instrument, indem er es in gewöhnlicher Dredschstellung hinter sich herzog, auf den Fußboden des Zimmers gestreute Kupfermünzen auflos. Dieselbe Art von Dredsche wurde in dem nämlichen Jahre (1838) auch von den Amerikanern auf der Wilkschen U. S. Exploring Expedition benutzt und sie ist das Vorbild für alle kleineren Schleppnetze geblieben. Mit ihr arbeiteten auch William Stimpson zwischen 1848 und 1851 im Hafen von Boston, A. E. Verrill 1864 an der Küste von Maine und Graf Pourtalès 1867 an der Nordküste des Golfs von Mexiko. Auch die Dredschen, deren man sich auf den Expeditionen des Lightning und Porcupine bediente, waren nach demselben Modelle gearbeitet, aber größer. An den Rahmen, der immer aus dem besten Schmiedeeisen gearbeitet sein sollte, wird mittels eiserner, in Zwischenräumen von zirka 1 Zoll befestigter Ringe ein aus sehr festem Bindfaden (Handarbeit) gefertigtes Netz mit halbzölligen Maschen befestigt, das in seiner hinteren Hälfte, um das Durchgleiten kleinerer Objekte zu verhindern, mit Beuteltuch gefüttert ist. Während der Fahrt des Porcupine kam Kapitän Calver auf die Idee, an ein solches Schleppnetz ein halbes Dutzend alter Deck-Waschlappen zu befestigen. Der Erfolg war überraschend, denn

„der aufgezaufelte Hanf brachte alles Rauhe und Bewegliche, das ihm in den Weg kam, mit herauf und wusch den Boden des Meeres, wie er das Verdeck des Schiffes gewaschen hatte“. Nach allerlei Erfahrungen kam man zu der Überzeugung, daß es am praktischsten sei, derartige Quaften aufgedrehten Hanfs in gewissen Zwischenräumen an eine eiserne, am Boden des Netzes der Länge nach befestigte Stange anzuhängen. Gelegentlich benutzte man auch schon auf der Porcupine-Expedition die Quaften allein ohne Netz.

Während der Fahrt des Challenger erfuhr die Ballische Dredfsche einige weitere Verbesserungen; an die kürzeren Querteile des 4 Fuß 6 Zoll langen und 1 Fuß 3 Zoll weiten eisernen Rahmens wurden zwei runde eiserne Stangen parallel zu den Seiten des Netzes befestigt, die hinten durch eine mit einem Gewicht beschwerte und mit acht Hanfquaften versehene andere Eisenstange von zirka 8 Fuß Länge verbunden waren. So wird das Dredfchnetz auf dem Boden des Meeres lang ausgespannt gehalten und die Quaften können sich nicht über seinen Eingang weglegen. Die hintere Hälfte des ebenfalls 4 Fuß 6 Zoll langen Netzes ist sehr kleinmaschig, die vordere aber hat einzöllige Maschen. Zwischen dem Rahmen und der hinteren Querstange sind drei Stricke vom besten Hanf ausgespannt, an welche das Netz befestigt ist.

Auf den Expeditionen des Blake, während deren Verlauf die Methoden des Lotens und Dredschens so bedeutende und tief eingreifende Umgestaltungen erfuhren, daß sie gewiß zu den wichtigsten Entwicklungs-epochen der Tieffseeforschung gehören, wandten die Amerikaner eine sehr wesentliche Modifikation dieses alten Modells an. Das Gestell des Apparates ist hier ein eiserner, oben und unten mit je zwei seitlichen und einer mittleren Querstange verbundener, 4 Fuß langer Doppelrahmen, an dessen beide längeren vorderen Seitenstücke in gewöhnlicher Art verbreiterte und am Rande geschärfte Schaber angenietet sind. In diesem festen Gerüste hängt das eigentliche Netz in bekannter Weise an dem vorderen Rahmen befestigt, und das ganze übrige Gestell, mit Ausnahme natürlich vom Eingange, wird zum Schutz des Innennetzes mit Segeltuch überzogen. An den drei unteren Querstangen des Gerüsts ist die eiserne, mit drei Gewichten beschwerte Stange befestigt, an welcher

die Hanfquasten, vier an der Zahl, angebracht sind. Fig. 27 ist nach Sigsbee und zeigt die Dredfche ohne den Überzug von Segeltuch.

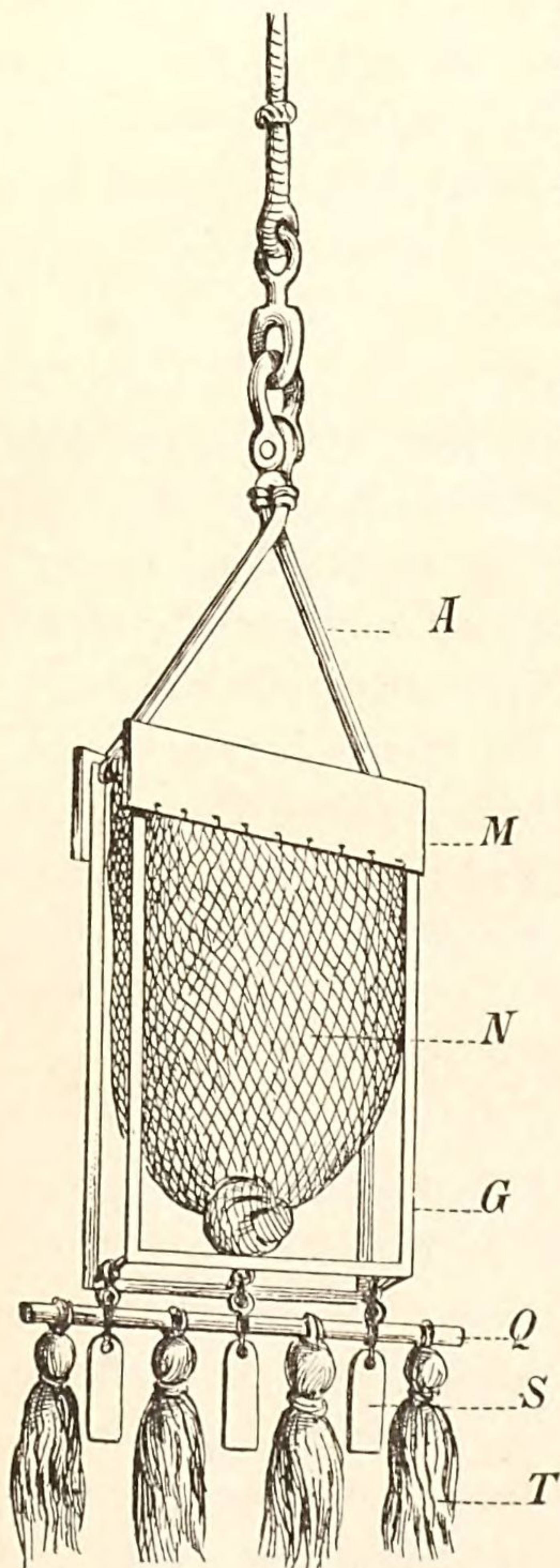


Fig. 27. Dredfche des „Blake“, ohne den äußern Überzug. A Hängstange, M Schabeisen, N Netz, G Rahmen, Q Querstange, an welcher die Quasten T hängen, S Gewichte.

Eine von Sigsbee erfundene besondere Modifikation ist die Harkendredfche (Rake-dredge, Fig. 28), deren Konstruktion sich zur Genüge aus der Abbildung ergibt. Sie ist überquer 42 Zoll lang und dient dazu, den Boden aufzulockern und die hier versteckten Tierformen dem nachfolgenden Netze erreichbar zu machen. In bedeutenden Tiefen ist sie nicht verwendbar. Die größte Verbesserung, welche allen diesen Apparaten von A. Agassiz gegeben wurde, bestand aber darin, daß

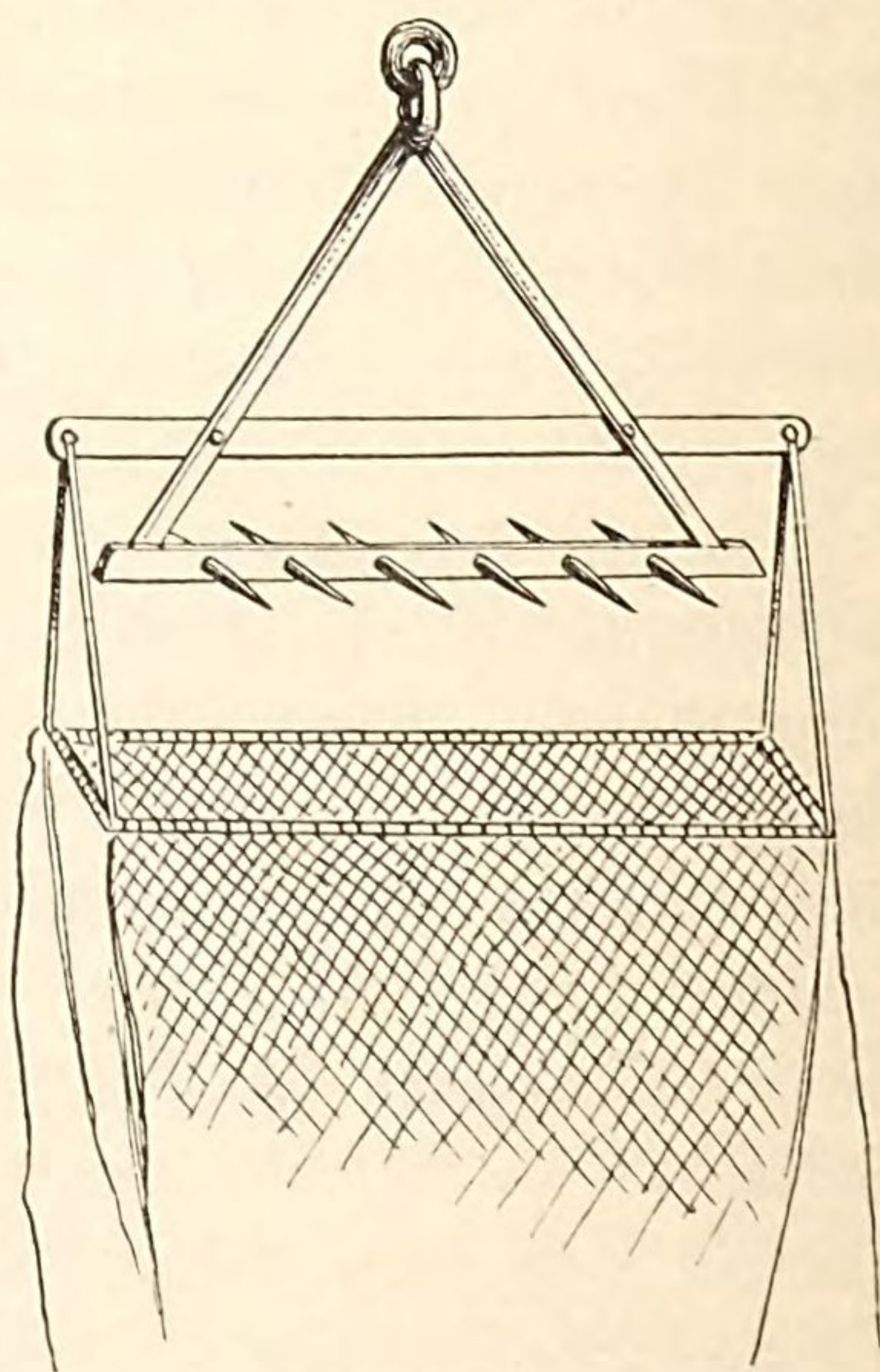


Fig. 28. Sigsbees Harkendredfche.

er anstatt der früheren Hanflein von 1,6—2,4 Centimeter Durchmesser (Fig. 29, 1), an welche die Dredfchen befestigt waren, solche aus stählernem Klavierdraht von nur 1 Centimeter Durchmesser (Fig. 29, 2)

in Anwendung brachte, wodurch das Herablassen und Heraufholen der Netze, namentlich aber der großen Grundnetze ganz wesentlich erleichtert wurde.

Das Vorbild dieser großen Grundnetze (trawl net, le chalut) war, wie erwähnt der „beam-trawl“ der englischen Fischer gewesen. Die gewöhnliche Dredfche ist für größere Tiefen nicht hinreichend und sie ist namentlich auch zu klein, sodaß die wahrscheinliche Masse der von ihr erbeuteten Objekte, von denen größere, besonders Fische, von vorn herein ziemlich ausgeschlossen sind, nicht im Verhältnis zu der Mühe des Hinablassens und Heraufholens steht. Da kam man während der Expedition des Challen-

ger auf die Idee, einmal einen Versuch mit dem alten beam-trawl, der, wie bereits bemerkt, 1872 schon der nordamerikanischen U. S. fish-commission sehr gute Dienste geleistet hatte, zu machen, und der erste rein wissenschaftliche Gebrauch dieses Netzes wurde beim

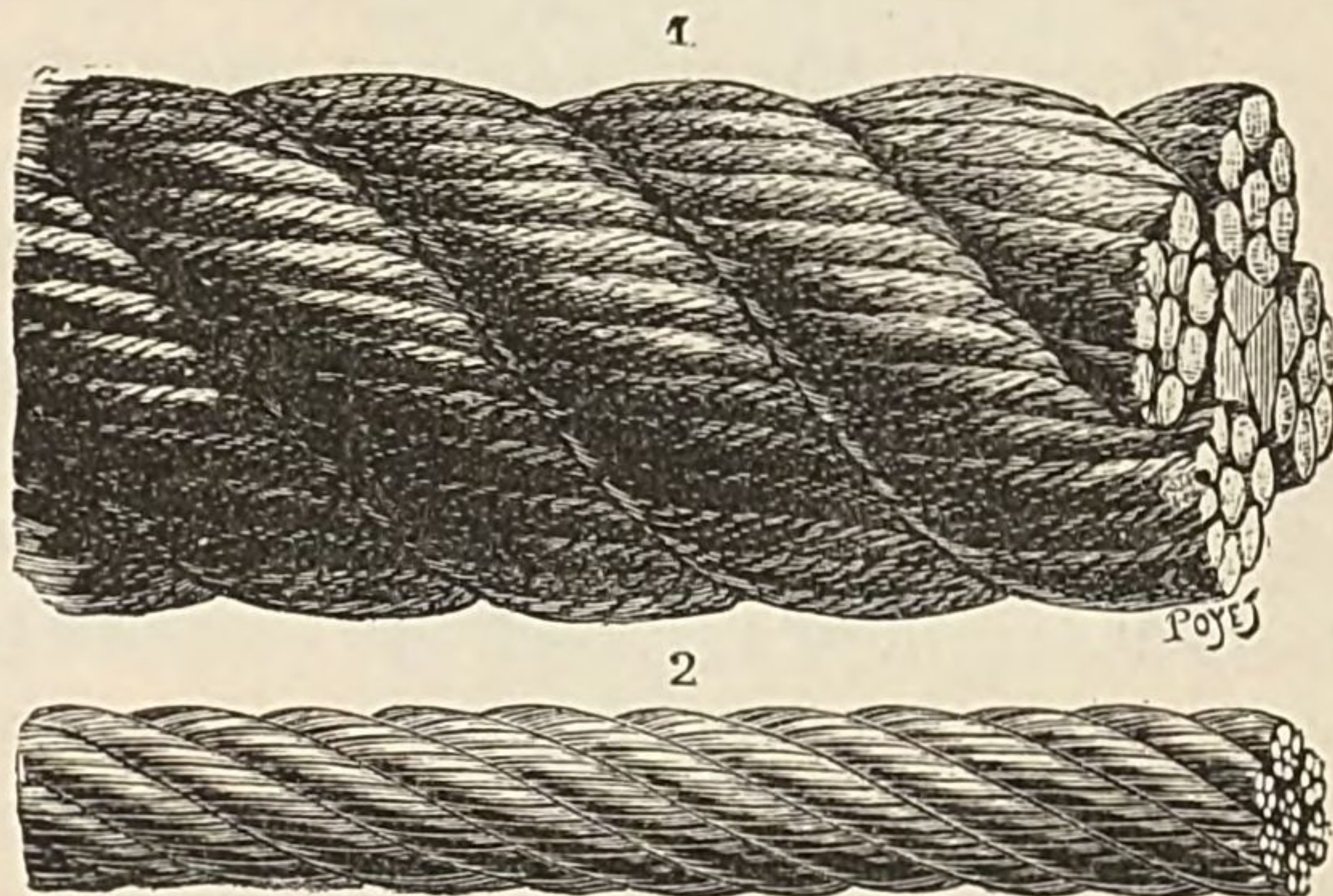


Fig. 29. 1) Alte Hanfleine der Dredfche, 2) neue Drahtleine.

Kap St. Vincent an der Südwest-Ecke Portugals bei einer Tiefe von 600 Faden gewagt. Der Erfolg war so überraschend, daß man gleich darauf das Netz auf eine Tiefe von 1090 Faden auswarf und ein gleich günstiges Resultat erzielte. Die größte Tiefe, bei welcher das große trawl auf der Reise des Challenger benutzt wurde, war 2650 Faden auf der Reise von Halifax nach den Bermudas.

Das Tiefsee-Grundnetz des Challenger war ein kegelförmiger Sack von 30 Fuß Länge, dessen Mündung mit der einen Seite an einem 15 Fuß langen Balken von hartem Holze mittels einer Anzahl Tauschlingen befestigt war. Der übrige frei herabhängende, dicht mit dicken Bleiplatten besetzte Teil des Mündungsrandes schleppt über den Boden hin. An jedem Ende des Balkens waren schlittenkufenartige Eisen von 3 bis

4 Fuß Länge befestigt, deren Gewicht so verteilt war, daß sie beim vorsichtigen Hinablassen nach unten zu liegen kamen, sodaß der Balken sich oben, der freie Teil des Netzrandes sich unten befand. In diesem größeren geschlossenen Sacke hing ein zweites, unten offenes Netz, zirka 22 Fuß lang, sodaß der ganze Apparat nach Art einer Fischreufe funktioniert. Das untere Ende des äußeren geschlossenen Sacks war mit Beuteltuch gefüttert, sodaß kleine Objekte nicht durch die Netzmaschen entschlüpfen konnten. Die beiden Kufeneisen und das Ende des äußeren Netzes wurden mit drei gleichschweren (14 Pfund wiegenden) Gewichten beschwert und an den ersteren die Taue befestigt, welche zirka 5 Fuß vor dem Querbalken mit der Zugleine verbunden waren.

Sigsbee und Agaffiz nahmen auf den Expeditionen des Blake eine Reihe von Verbesserungen mit diesem Apparate vor. Sie ließen im freien Ende des äußern Sackes gleichfalls eine Öffnung, die indessen beim Gebrauch mit Draht zugerafft wurde und nur bei der Entleerung des Netzes diente; dann änderten sie das Verhältnis von Balken, Kufen und Netzmündung, indem sie letztere nur mit den Seiten an, durch eine lange eiserne Mittelstange vereinigte, Querstäbe der bügelartig gebogenen, in ihrem oberen Ende gleichfalls wieder durch eine gleiche eiserne Mittelstange (statt des Balkens) verbundene Kufen befestigten. So war der größte Teil des Netzrandes, der mit Bleiplatten versehen wurde, frei und konnte lose über den Boden schleifen und war es dabei einerlei, auf welche seiner beiden Breitseiten das Grundnetz fiel, der Erfolg der Arbeit wurde dadurch nicht in Frage gestellt. Weiter führten sie von den Bügelkufen zum unteren Ende des äußeren Netzes jederseits ein dickes Tau, welches den Sack am Zusammenfallen hinderte und vom Bügel noch zirka 12 Fuß weiter nach vorn lief und sich hier mit feinem Pendant und der Zugleine vereinigte. Endlich spannten sie quer durch den vorderen Teil des Netzes ein anderes starkes Tau, das von etwas größerer Länge, als die Breite des Lumens des Sackes an dieser Stelle betrug, war und woran große Korkscheiben befestigt wurden, sodaß die Möglichkeit des Zusammenfallens des Netzes in jeder Richtung wesentlich verringert wurde. Ganz derselbe Apparat, nur mit der Zuthat einer großen Tauquaste an dem einen Bügel, wurde von den Franzosen auf der Expedition des

Talisman in Anwendung gebracht (Fig. 30).

Das Ideal eines Tiefseenetzes, sowohl einer Dredge als eines Trawlnetzes, das nach allen Seiten hin den Anforderungen entspricht und namentlich nicht mehr oder weniger tief in den Schlamm einsinkt, sondern rein den Boden abkratzt, bleibt noch zu erfinden und ist hier geschickten, denkenden Mechanikern ein schönes Feld offen, der Wissenschaft außerordentliche Dienste zu leisten. Sehr zu wünschen wäre es auch, wenn an den Tiefseeschleppnetzen Vorrichtungen angebracht wären, mittels welcher sie sich erst öffneten, wenn sie auf dem Boden ankämen, sich aber wieder schlossen, wenn sie heraufgeholt würden. Wie die Apparate zur Zeit eingerichtet sind, können sowohl während ihres Weges hinab, wie herauf, allerlei Bewohner der zwischen dem Boden und der Oberfläche befindlichen Wasserschichten in dieselben hineingeraten und uns so falsche Vorstellungen von der bathymetrischen Verteilung der Organismen im Meere geben.

Die Schleppnetze sind indessen nicht die einzigen Instrumente, Tiere des tieferen Meeres zu fangen, es giebt vielmehr noch sowohl ähnlich konstruierte, aber [eine andere Art des Fangs ver-

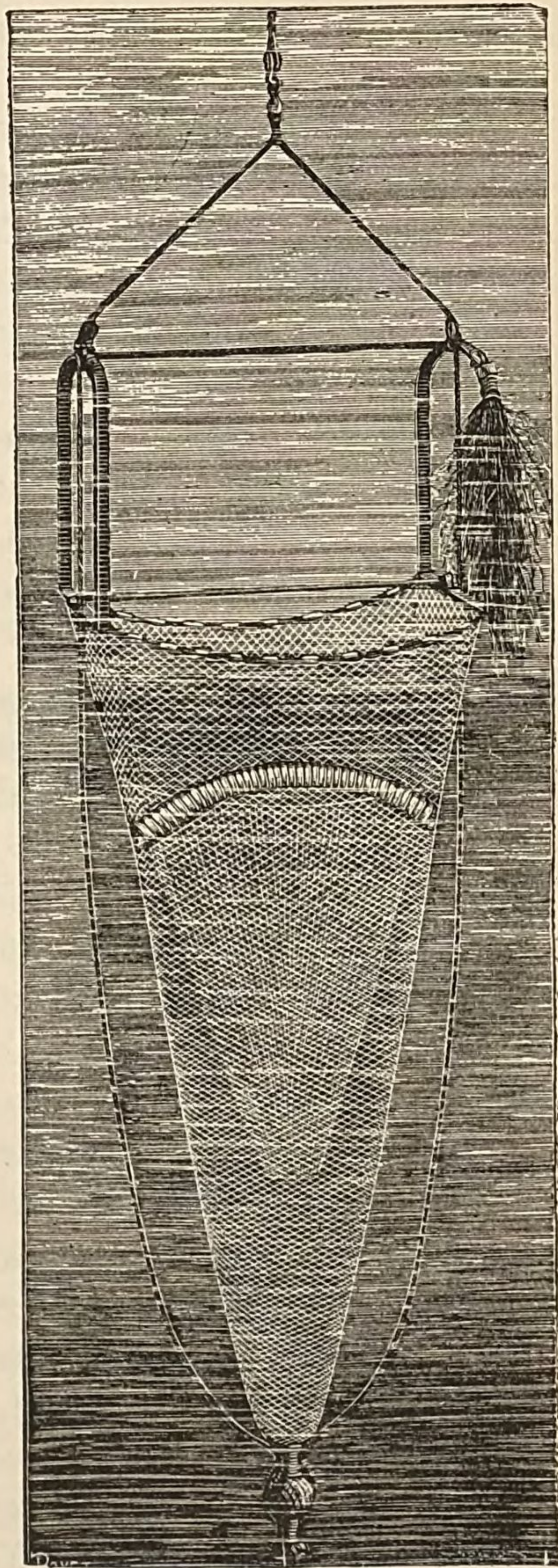


Fig. 30. Großes Tiefsee-Grundnetz (Modell Sigsbee-Agassiz).

mittelnde, wie anders beschaffene, mit denen man die nämliche Beute berückt.

Die Apparate der ersteren Art sind wirkliche Netze, aber sie dienen nicht dazu, die Fauna des Meeresbodens zu erlangen, sondern jene in den verschiedenen Schichten des Wassers frei schwimmende, — es sind Schwebnetze (tow-nets, drag-nets der Engländer und Amerikaner). Die gewöhnliche Form zum Fischen in nicht zu großen Tiefen besteht zunächst aus einem Ring viertelzölligen Eisens, dessen Lumen man je nach Wunsch und Bedürfnis nimmt. An diesen Ring wird ein spitz endigendes Netz aus feinem Musselin, am besten aus guter Müllergaze befestigt. Für den Fang schwimmender Organismen in tiefem Wasser brachte Agassiz große Schwebnetze in Anwendung, zu deren ovalem 5 zu 3 Fuß weiten

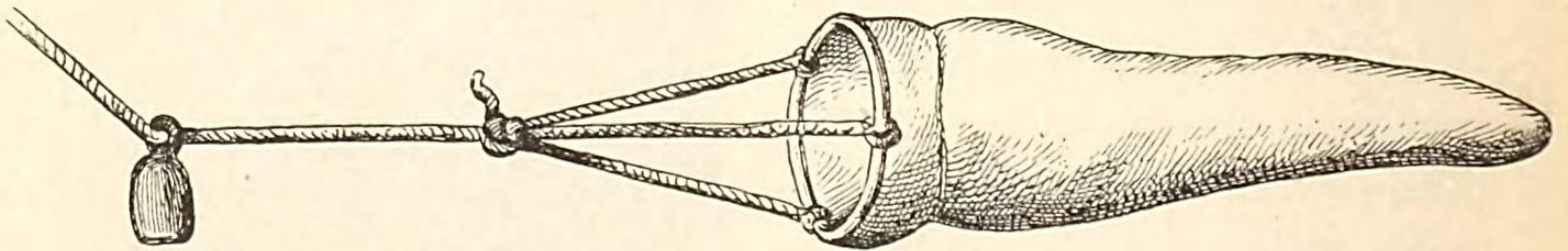


Fig. 31. Schwebnetz.

Ringe dreiviertelzölliges Eisen genommen war. Das Netz besteht aus einem Netzwerk mit viertelzölligen Maschen und sein hinteres Ende ist mit Musselin überzogen. Es muß rasch durch das Wasser bewegt werden.

Die Schwebnetze des Challenger waren von verschiedener Größe und ihr Reif hatte je nachdem 10, 12, 14 oder 16 Zoll Durchmesser. An ihm waren drei Taue befestigt, welche in einen Knoten mit der Zugleine zusammenliefen; das aus Musselin etc. bestehende Netz war spitz und sehr lang (Fig. 31). Sollten sie bei einer Tiefe von 200—800 Faden funktionieren, so wurde an der Leine zirka 10 Faden vor dem Eingang in das Netz ein Gewicht von 14 Pfund angebracht. Die größte Tiefe, bei welcher sie während der Reise gebraucht wurden, war zwischen 1000 und 2000 Faden auf der Fahrt zwischen Japan und den Sandwich-Inseln. Sie wurden auch angewendet, um Organismen bei ruhendem Schiff aus der Tiefe zu holen: dann wurde der Sack der Länge nach mit einem Streifen seiner Wand an eine unten mit einem

Gewichte beschwerte Verlängerung der Zugleine befestigt und diente so als Schöpfapparat.

Es ist klar, daß der nämliche Übelstand, durch welchen die Tiefsee-Schleppnetze in ihren Erfolgen beeinträchtigt werden, genau so auch bei den Schwebnetzen eintreten wird, auch hier wird namentlich beim Herausholen eine Vertauschung der Faunen verschiedener Wasserschichten leicht eintreten. Man hat versucht diesen Inkonvenienzen auf verschiedene Art vorzubeugen.

So konstruierte Sigsbee einen Apparat, der kein eigentliches Netz war, vielmehr aus einem 2 Fuß hohen, 10 Zoll weiten Hohlcyylinder bestand, welcher im Boden eine Schmetterlingsklappe hatte. Er wurde mittels einer Aufhängevorrichtung (friction clamp) derart an eine Leine befestigt, daß die Klappe geschlossen war und so bis in die gewünschte Tiefe hinabgelassen. Darauf ließ man an der Leine ein Gewicht nachlaufen, das bei Berührung der Aufhängevorrichtung den Cylinder löste und ihn, jetzt mit geöffneter Klappe, 50 Faden tiefer gleiten ließ, bis er auf eine an der Leine angebrachte Hemmvorrichtung anstieß, wo sich seine Klappe schloß und auch beim Herausholen geschlossen blieb. Es ist klar, daß der Hohlcyylinder bloß solches Wasser mit Inhalt einschließt, das der betreffenden von ihm offen durchfahrenen 50 Faden langen Wasserschicht angehört.

Während der Erdumseglung des italienischen Schiffes „Vettor Pisani“ (1882—1885) kam dessen Kommandeur Palomba auf die Idee, mit einem Schließnetz eine Propellerschraube, wie sie bei den verbesserten Negretti-Zambra-Thermometern (siehe Figur 18, pg. 60) in Anwendung kommt, zu vereinigen. Chun und von Peterfen nahmen diese Idee auf und es gelang dem letzteren, einen sehr sinnreichen Apparat zu konstruieren, der vorzügliches leistet.

Chun, nach dessen Abbildungen die nebenstehenden Figuren kopiert sind, giebt von dem Apparat folgende Beschreibung: „der verwendete Propeller (p) besitzt vier Flügel und ist in der Mitte einer langen Messingstange befestigt, die ihrerseits in einem eisernen Rahmen (r) aufgehängt ist. Die obere Hälfte der Messingstange (st) ist glatt und kann in eine Hülse (f) sich völlig einschieben; die untere Hälfte (st) ist mit einem feinen

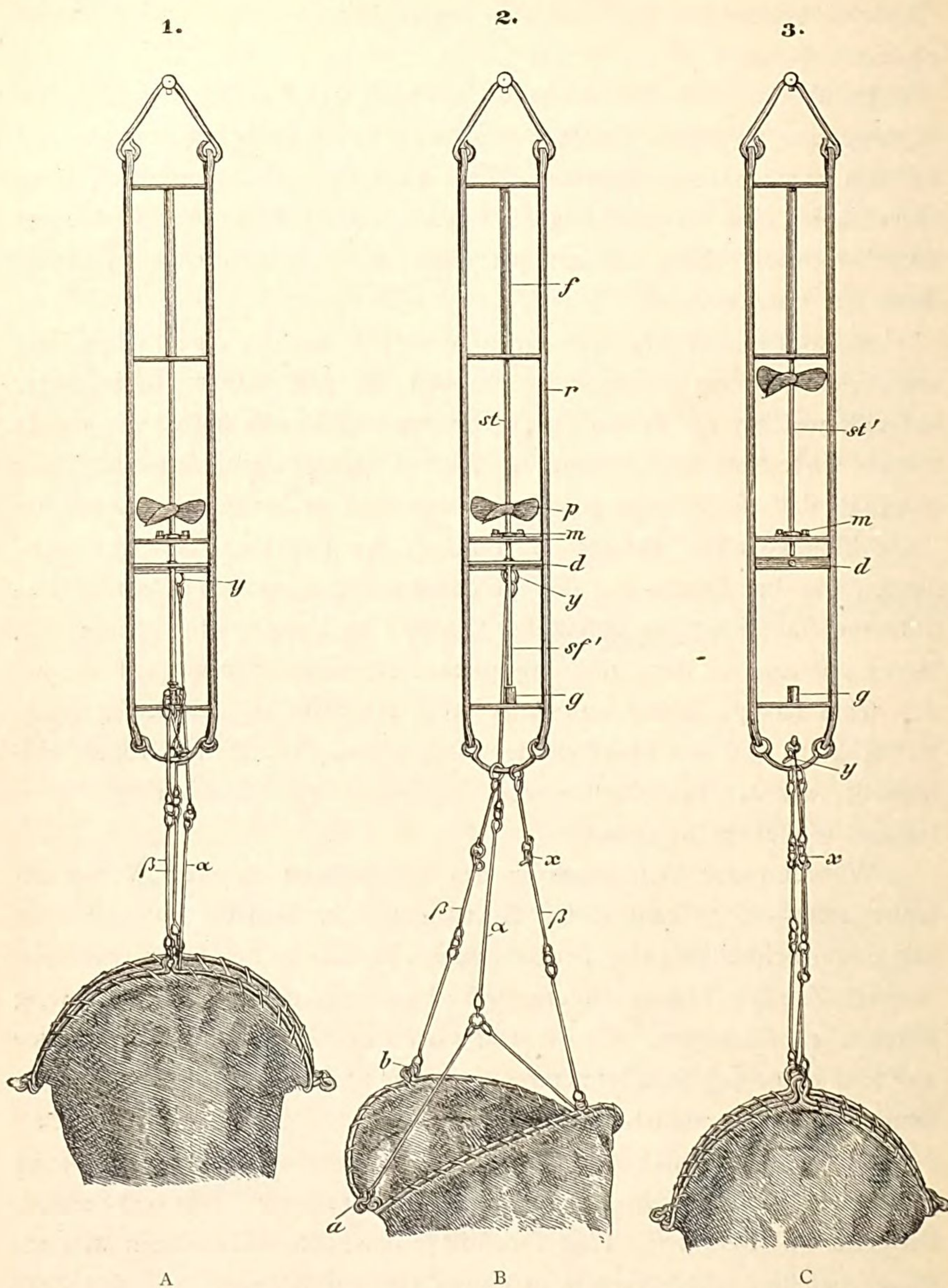


Fig. 32. von Peterfen's Schliefsnetz. A beim Herablassen, B bei der Arbeit, C beim Heraufholen.
(Nach Carl Chun „Die pelagische Tierwelt“ etc. in Bibliotheca zoolog. Heft I, Tafel 1, Fig. 1, 2, 3.)

Schraubengewinde versehen, das durch eine sehr exakt gearbeitete Schraubenmutter (m) läuft. Wird der Propeller vertikal gehoben oder horizontal durch das Wasser gezogen, so drehen sich die Flügel derart, daß allmählich der Messingstab sich hebt. Umgekehrt senkt sich der Stab durch entgegengesetzte Drehung der Flügel, wenn der Apparat in die Tiefe herabgelassen wird. Eine kleine, an einer Querleiste befestigte Hülse (g) verhindert ein Senken des Stabes über diese hinaus beim Herablassen. Das allmähliche Heben des Stabes bietet nun die Möglichkeit, successive die Drähte α und β auszulösen.

Vermittels kleiner Ringe x können die das Schließen des Netzes bewerkstelligenden Drähte β auf die kleine Hülse g aufgelegt werden und ebenso kann der Draht α , welcher das Öffnen veranlaßt, auf einer durchbohrten Platte d mittels eines Ringes y festgelegt werden.

Vor dem Herablassen des Netzes winde man den Messingstab mit dem Propeller völlig in die Höhe und lege zunächst den Ring y auf die Platte d auf, drehe dann den Stab st' durch Ring y und die Öffnung der Platte d so weit abwärts, bis das Ende des Stabes in der Nähe der Hülse g angelangt ist. Darauf lege man auf die Hülse die beiden Ringe x und drehe den Stab, bis er auf den Boden der kleinen Hülse g angelangt ist.

Das Netz ist nun geschlossen, da lediglich die Drähte β wirken und wird geschlossen in die gewünschte Tiefe versenkt. Zieht man an der Leine, welche den eisernen Rahmen trägt, an, so stellen sich Rahmen und Netz schräg, während gleichzeitig der Propeller in Aktion tritt. Nach einigen Minuten tritt das Ende des Stabes st' aus der Hülse g und es lösen sich die Ringe x aus. Die Drähte β werden schlaff, während der Draht x, an dem jetzt allein das Netz hängt, anzieht und das Öffnen bewerkstelligt. Das Netz fischt nun geöffnet 15—20 Minuten, während gleichzeitig der Stab st' in dem Muttergewinde sich durch weitere Drehung des Propellers hebt. Schließlich tritt sein Ende aus der Öffnung der Platte d und der Ring y wird ausgehakt. Die Drähte α werden schlaff und das Netz hängt allein in den Drähten β , die nun ihren Zug ausüben und das Netz zum Schließen bringen.“

Soweit Chun, der mit diesem Apparat im Mittelmeer ausgezeichnete

Resultate erzielte und dabei die Erfahrung gewann, daß die Anwendung eines starken Stahldrahts als Leine nicht immer vorteilhaft ist, da derselbe leicht reißt, sobald durch eine in langer Spirale erfolgende Drehung des Netzes der Draht bei späterer starker Spannung einen Knoten bildet. So gingen bei Ponza zwei Netze verloren.

Diejenigen Instrumente, welche teilweise dieselbe Aufgabe haben, aber anders gebaut sind, wie die Dredfche, sind nun zunächst die Quaftenapparate. Als Calver darauf kam, aufgefaserte Lappen mit der Dredfche zu verbinden, dachte er sicher nicht daran, daß er ein sehr altes Verfahren in Anwendung brächte.

Der Graf Ferdinand Marfigli (1658—1730) erzählt uns in seinem berühmten und hervorragenden Buche über die Naturgeschichte des Meeres, daß sich die Korallfischer im Mittelmeere eigentümlicher Apparate bedienen, um sich der teilweise unter überhängenden Felsen wachsenden kostbaren „Pflanzen“, wofür er die Korallen noch hielt, zu bemächtigen. Der eine „engin“ genannt, besteht aus zwei gekreuzten Balken, an deren Kreuzungsstelle des Sinkens halber eine Kanonenkugel angebracht ist, während an den vier Enden des Kreuzes sich Tauwerk, teils in ganzem, teils in aufgefasertem Zustande befindet. Ein Ende des Kreuzes nach dem andern wird vom Schiffe aus unter die überhängenden Felsen, wo man Korallen vermutet, gebracht und drehend bewegt, wobei die starken Taustücke die Korallenstücke abschlagen, die aufgefaserten sie aber umspinnen. Ein anderes zu demselben Zweck benutztes Instrument, mit Namen Salabre, ist eine Art Löffel, nämlich ein einfacher Balken, der an dem einen Ende ein Netz mit eisernem Reifen trägt.

Der ausgezeichnete venetianische Naturforscher Vitaliano Donati bespricht in seiner Naturgeschichte des adriatischen Meeres beide auch von ihm abgebildeten Instrumente genauer, verwechselt aber aus Mißverständnis die beiden Benennungen Marfiglis*). Er benutzte das „engin“ zu wissenschaftlichen Zwecken und, indem er an die Spitzen der 2 bis 3 Schritt langen Balken aufgefaserte Hanfquaften von 20 bis 30

*) Es beruht auf einem Irrtum, wenn im „Narrativ of the Challenger (Vol. I first part pg. XXXV) gesagt wird, Marfigli (oder Marfilli, sicher nicht Marfili) und Donat hätten sich bei ihren Untersuchungen des Austerschabers bedient.

Schritt Länge band, scheuerte er, wie er sich ausdrückt, damit den Boden des Meeres und brachte eine Menge Organismen, selbst ansehnliche Steine in dem Faßerwerke verwickelt mit herauf, wobei er sich einer kleinen im Boote befestigten Winde bediente. Er rühmt den Nutzen des Apparats, der bei den Venetianern „ordigno“ d. h. Maschine heißt, namentlich auf unebnem felsigem Boden und zwischen Steinen gar sehr.

Vier Menschenalter nach Donati verfertigte Sigsbee, ohne seinen Vorgänger zu kennen, eine „Quastendredsche“ (Tangles) von folgender Konstruktion: eine zirka 10 Fuß lange Eisenstange trägt an beiden Seiten stützende Reifen von runder oder ovaler Form, um den Stab vom Boden abzuhalten. An diesem Stabe sind in gleichmäßigen Zwischenräumen sechs Eisenketten von 15 Fuß Länge angebracht, an welche bei je 3 Fuß die Quasten angeknüpft sind (Fig. 33). Das Instrument dient hauptsächlich zum Fang von Echinodermen auf rauhem Boden, kann auch mit großem Vorteile verwendet werden, um die Seesterne von den Außerbänken, wo sie sich oft so schädlich bemerkbar machen, zu entfernen.

Einen anderen, von den Venetianern „trezzola“ genannten Apparat, der hauptsächlich zum Losreißen und Halten von auf dem Grunde des Meeres festgewachsenen Organismen, besonders dann, wenn der Boden eben ist, dient, beschreibt der erwähnte Donati. Es ist ein etwa 1000 Schritt langes, starkes Tau, an welches in kurzen Zwischenräumen mittels dünnerer Stricke feste Fischhaken befestigt sind, derart gekrümmt, daß sie alle Seegewächse, welche sie zu

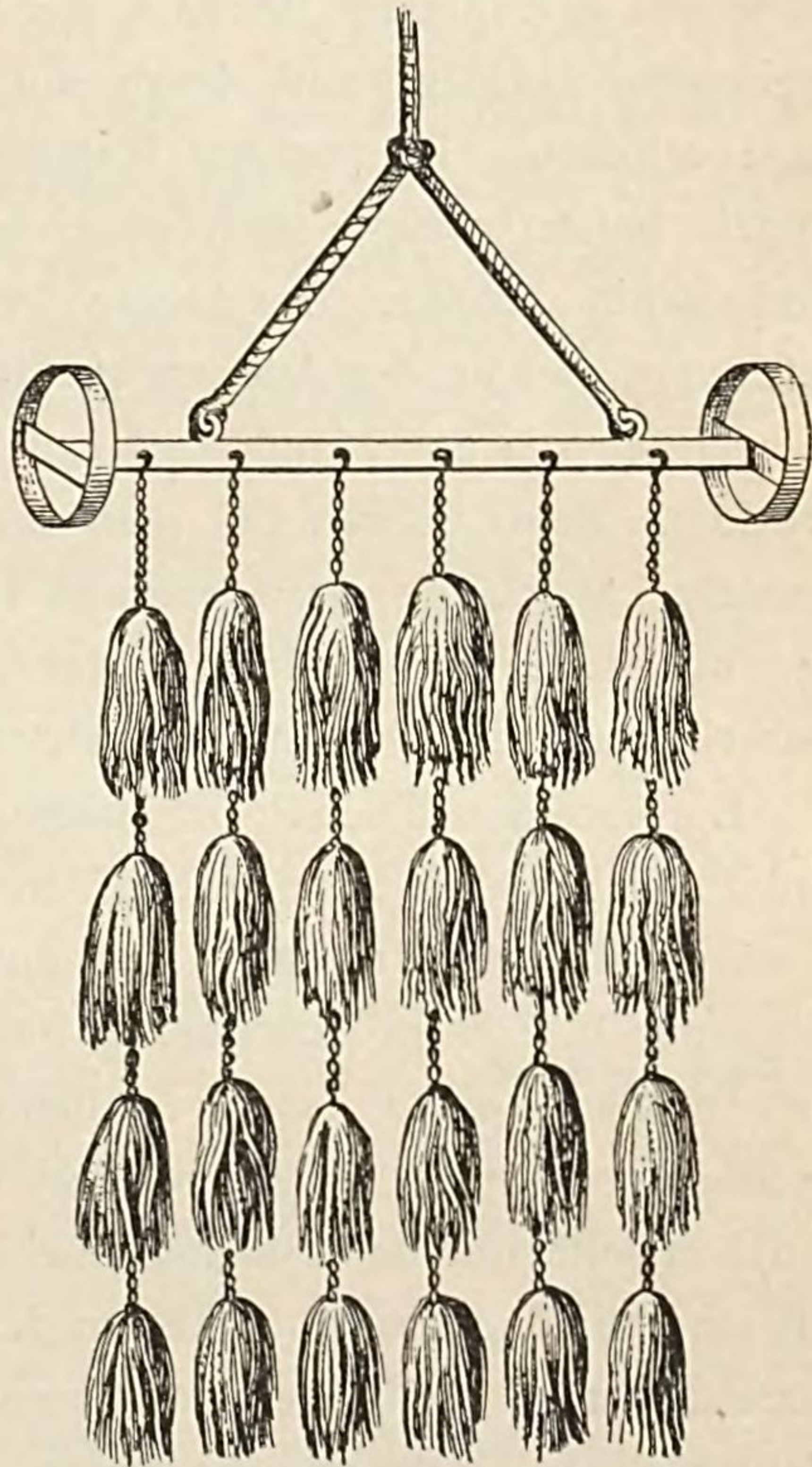


Fig. 33. Sigsbees Quastendredsche.

fassen bekommen, auch festhalten. Damit diese „Hakendredfsche“ sinkt und nicht flottiert, ist sie in gewissen Distanzen durch Bleistücke beschwert.

Als die Reisenden des Challenger auf Zebu waren, lernten sie eine ähnliche Maschine kennen, deren sich die Eingebornen bedienen, um sich der schönen beliebten Euplektellen zu bemächtigen. Zwei 8 Fuß lange Stäbe aus gespaltenem Bambus werden unter einem stumpfen Winkel aneinander befestigt und durch ein Spannwerk von Bambus in ihrer Lage erhalten. Die beiden langen Stäbe sind vorn mit zahlreichen Angeln besetzt, welche ihre Spitze nach dem Scheitel des Vereinigungswinkels hin wenden. Das Ganze wird in geeigneter Weise mit Steinen beschwert, welche den Apparat auf den Boden halten und seinen Scheitel, an welchen die aus Manilahanf bestehende Zugleine befestigt ist, niederdrücken. Beim Fahren mit dem Boot beherrscht diese, von den Zebuanern „Reckaderos“ genannte Hakendredfsche eine Straße von fast 14 Fuß Breite und reißt mit den Angelhaken die in dem Schlamm wurzelnden Kiefelschwämme heraus und hält sie fest.

Ein nach demselben Prinzip gebautes Instrument benutzten Dr. Malm und Professor Milnes Marshall zum Fang einer riesigen Pennatulide (*Funiculina quadrangularis*), die wie eine Rute bei mehr als Mannslänge nur $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hat und mit ihrem Stil fast einen Fuß weit im Sande sitzt. Einem solchen Geschöpf ist mit der gewöhnlichen Dredfsche nur ganz zufällig einmal beizukommen, aber Milnes Marshall erzielte mit der Hakendredfsche schöne Erfolge, desgleichen auch mit einer besonderen Modifikation derselben, bei welcher die Angelhaken nicht direkt an die Balken, sondern zu fünft oder sechst an am Ende mit Bleigewichten beschwerte Schnuren von 4 Fuß Länge befestigt waren. Später wurden die Angelhaken gruppenweise, je drei und drei zusammen, an die Schnuren angebunden und diese selbst überquer in Stricke eingeflochten, damit sie sich nicht verwirrten. Mit diesem Apparate wurden öfters 4—5, einmal sogar 7 Exemplare jenes seltenen Tieres erbeutet.

Das Manipulieren mit den meisten dieser Maschinen, namentlich mit den gewaltigen Trawl-Netzen ist keine leichte Sache. Für einen auf dem

Porcupine stattgefundenen Dredschzug berechnet Wyville Thomson folgendes Gewicht:

Gewicht des Tauwerks (im Wasser um $\frac{1}{4}$ reduziert)	1375 Pfd.
Dredsche und Sack	275 „
Mit heraufgebrachter Schlick	168 „
Angehängte Gewichte	224 „

zusammen 2042 Pfd.

Um solche Massen zu bewegen, bedarf man selbstverständlich besonderer, durch Lokomobilen in Thätigkeit gesetzter Winden, die namentlich für den Blake in hoher Vollkommenheit gefertigt wurden — Maschinen, von denen die von den Franzosen auf der Reise des Talisman gebrauchten, doch nur in sehr unwesentlichen Punkten verschieden waren (Fig. 34 und 35).

Auch die Leine der Dredsche ist mit einem Accumulator verbunden, der auf dem Challenger noch nach dem alten, bei Betrachtung der Lotmaschine beschriebenen Modelle gearbeitet war, auf dem Blake aber (und danach auf dem Talisman) aus 39 Stück $4\frac{1}{2}$ Zoll breiter und 3 Zoll hoher, gewaltsam auf einen Stab angereihter und angepreßter Kautschukscheiben bestand, die gegen einander und gegen den sie central durchbohrenden Eisenstab durch messingene Lager geschützt waren. Die Talje (P) des Accumulators (A) läuft über die Scheibe eines Patentblocks oben am Mast und weiter zu einem andern an der Spitze (Nocke) der großen Raae (E) befindlichen, über dessen Scheibe die Leine des Trawlnetzes (C) gezogen ist. Der Accumulator, der sich sechs Fuß ausdehnen kann, zieht sich zusammen und verlängert sich während der Arbeit des Trawlnetzes auf dem Meeresboden, entsprechend den Unebenheiten von Berg und Thal, über welche es dahin gleitet.

Für das Dredschverfahren selbst hat Sir Wyville Thomson eine Reihe von Vorschriften gegeben. Nach diesen thut man immer gut, sich, bevor man die Dredsche auswirft, durch eine Lotung von der Tiefe des Meeres an der betreffenden Stelle zu vergewissern. Auch sollte man immer die Bodentemperatur messen, da dadurch die verschiedenen aufeinanderfolgenden Züge der Grundnetze rücksichtlich der Verbreitung

der Organismen auf dem Meeresboden gar sehr an Wert gewinnen, denn öfter können, durch früher von uns betrachtete Umstände, kalte und

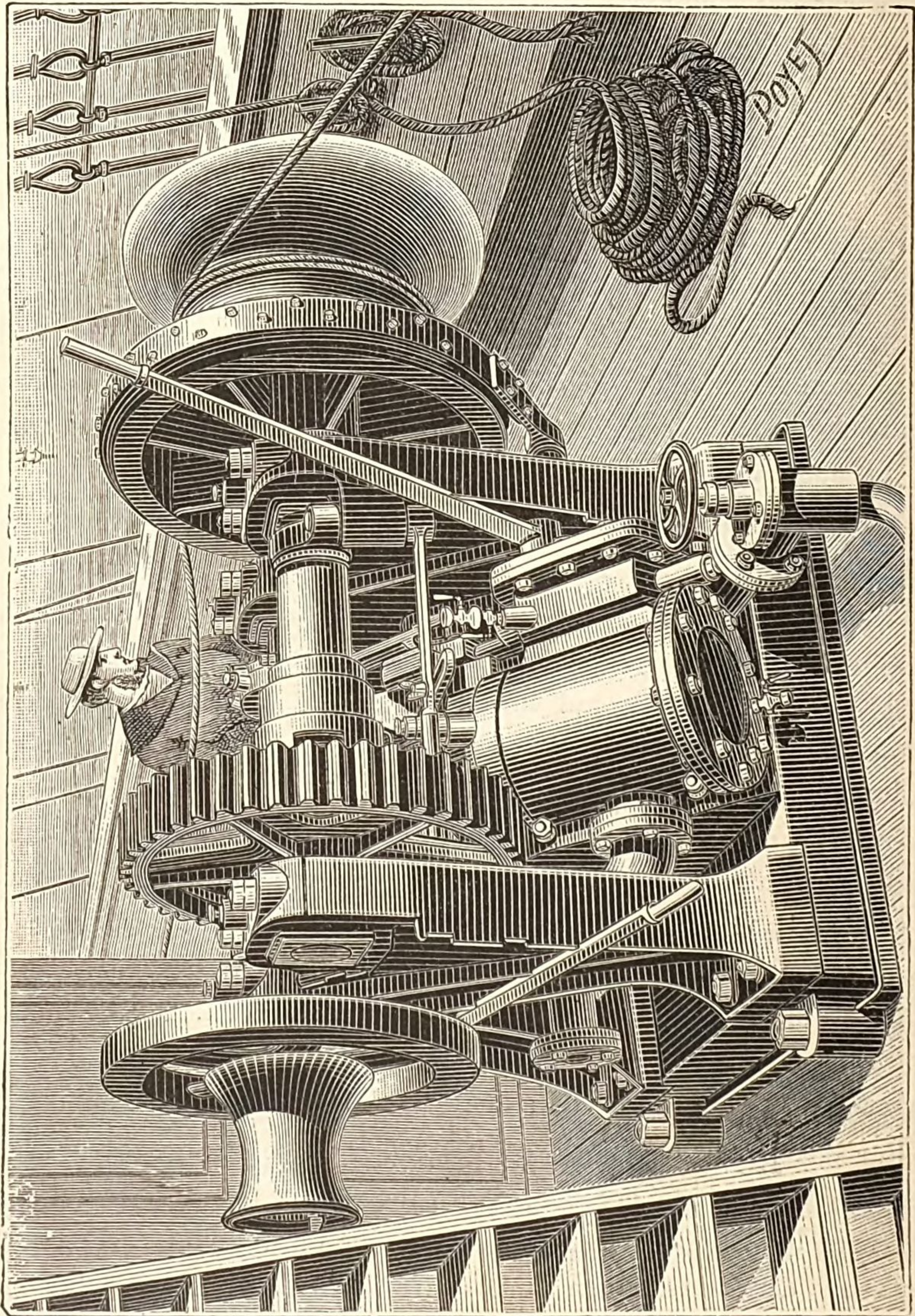


Fig. 34. Dampfwinde zum Aufziehen der Grundnetze.

warme Stellen mit sehr verschiedenen Faunen sich dicht bei einander

befinden. Eine Hauptsache ist, daß man die Leine der kleinern Dredschen recht reichlich bemißt (für unter 100 Faden Tiefe die doppelte Länge,

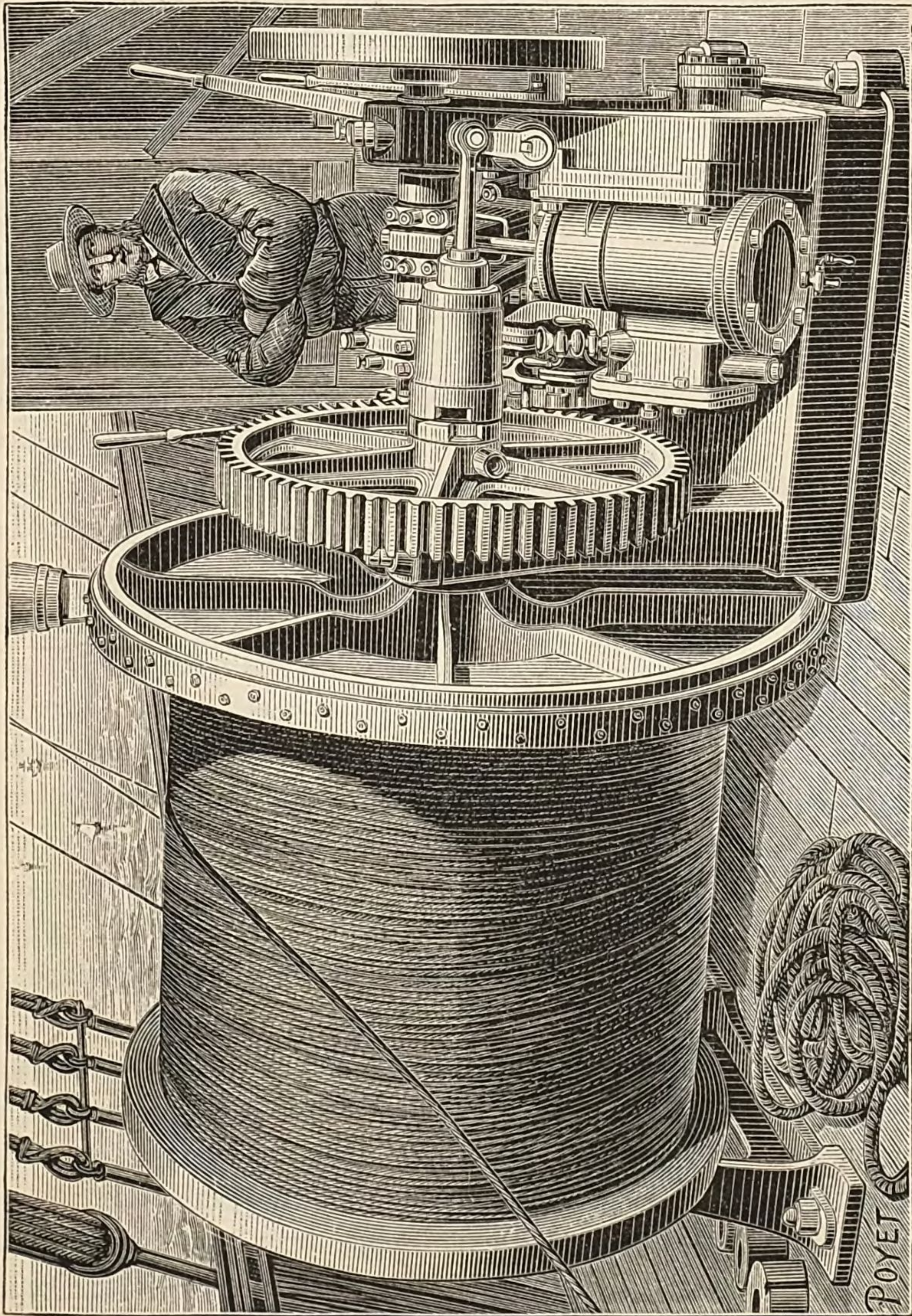


Fig. 35. Winde zum Aufrollen der aus Stahldraht bestehenden Dredschleine.

für unter 40 Faden die dreifache). Dann sind die Bewegungen des

Netzes weniger ruckweise und plötzlich. Da im Wasser Strömungen aus mancherlei Gründen vorhanden sein können, so ist es angezeigt, an der Leine, 3—4 Faden vor der Dredsche, ein Gewicht von 14—50 Pfd., je nach der Tiefe, in welcher der Apparat zu arbeiten hat, zu befestigen, wodurch sich sein Eingangsrand dem Boden dichter anlegt. Würde man das Gewicht näher nach der Dredsche zu anbringen, so könnte es leicht zartere, namentlich festgewachsene Objekte beschädigen oder nieder-

drücken, sodaß sie dem Gefangenwerden entgingen.

Das Fahrzeug, von welchem aus man dredscht, sei es ein Ruder- oder Segelboot oder ein Dampfer, bewegt sich, nachdem man bemerkt hat, daß der Apparat den Boden erreichte, langsam weiter. Bei Tiefen von 40 bis etwa gegen 200 Faden läßt man die Dredsche eine gute Viertelstunde unten, während welcher Zeit sie sich, wenn sonst

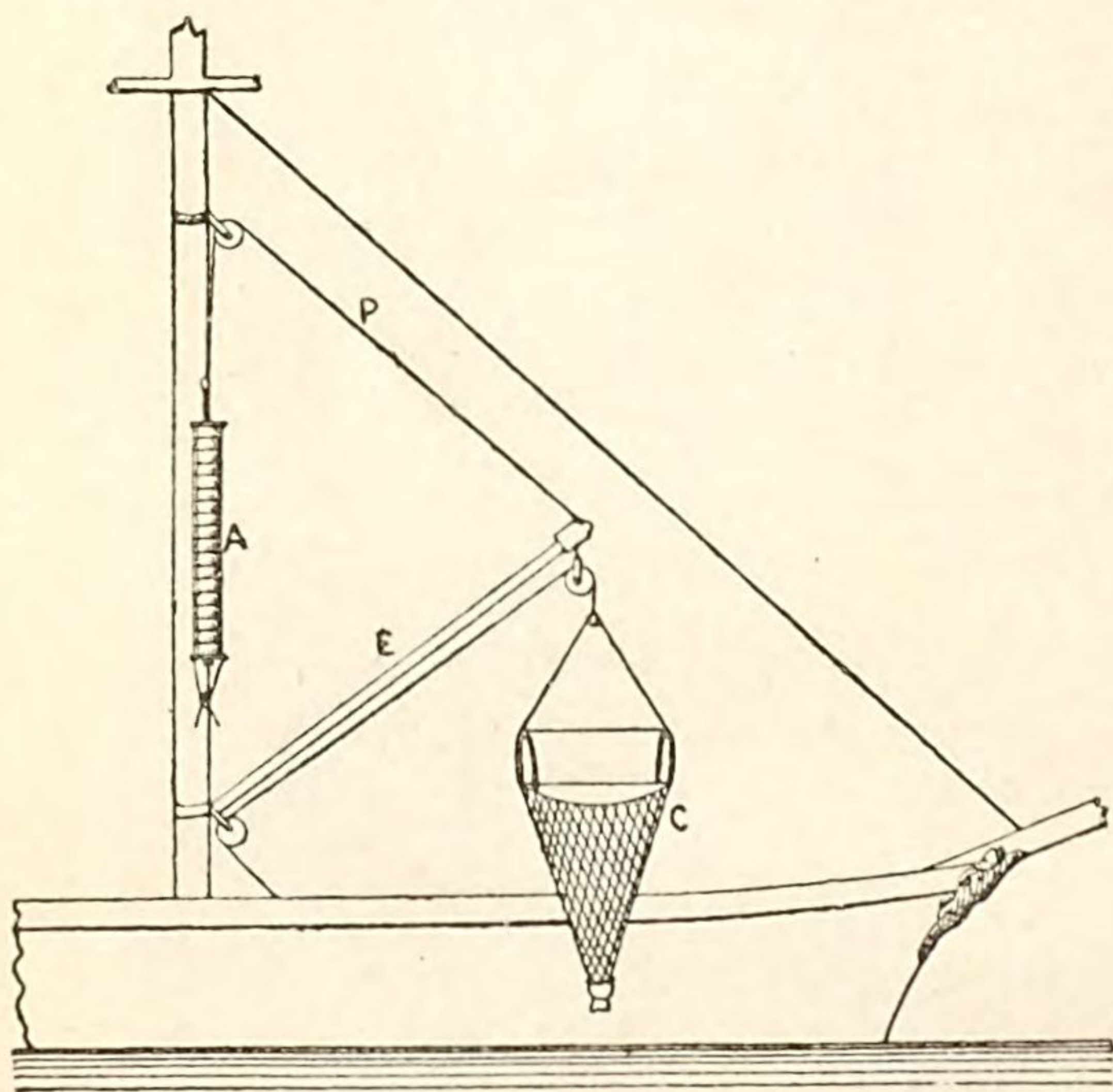


Fig. 36. Das Trawlnetz des Talisman bereit zum Auswerfen.
Schema: A Accumulator, C Trawlnetz, E Raae, P Talje.

alles gut geht, hinreichend gefüllt haben wird, worauf man sie an Bord windet. Bei geringeren Tiefen kann man sie ungefähr 3 Minuten arbeiten lassen und holt sie mit der Hand herauf.

Weit schwieriger gestaltet sich das Fangen mit den Grundnetzen, besonders mit dem riesigen Trawl in größeren Tiefen, etwa von 200 Faden an. Auch mit den besten Hilfsmitteln ist das keine leichte Arbeit und kein Vergnügen, aber es wird ganz außerordentlich mühselig in Tiefen von annähernd 3000 Faden und kann nur von größeren Dampfschiffen aus geschehen. Es ist ein zeitraubendes Geschäft: vor Tagesanbruch schon wird der Apparat versenkt und nach drei Stunden erst hat er den Boden erreicht. Während dieser Zeit muß das Schiff so viel

wie möglich an der gleichen Stelle gehalten werden, denn bei unmotivierten Bewegungen sinkt das Netz leicht in den Schlamm ein und füllt sich mit diesem, anstatt mit den gehofften Schätzen, — oder es gerät dabei bisweilen die lange Leine in eine eigenartige Vibration, der zufolge sich das Netz in der Tiefe nicht gleitend, sondern hüpfend über den Boden bewegt, sodaß nur wenig Objekte sich in den Quasten verwickeln oder auf der Außenseite hängen bleiben. Ist der Apparat unten angekommen, so dampft das Schiff mehrere Stunden langsam weiter und das Spiel des Accumulators verrät den unebenen Weg, den das Netz zurückzulegen hat. Glaubt man, daß die Dredfche genügend gefüllt ist, so beginnt das Herausheben, worüber Stunden auf Stunden vergehen, sodaß oft schon die Dämmerung hereingebrochen ist, wenn der Apparat wieder an Bord gehißt wird.

Hier haben die Naturforscher indessen, wenn ich nach meinem Naturell auf das anderer schließen darf, nicht ohne Herzklopfen und mit einem von Minute zu Minute gesteigerten Erwartungsieber Siebe, Schalen, Gläser, Lupen und hundert andere Dinge zurechte gestellt, um die erhoffte Beute gebührend zu empfangen. Bisweilen werden sie getäuscht: nicht viel mehr kommt herauf als Schlamm und Schlick, aber ein andermal wieder ist der Ertrag ein enormer; so dredfchte der Talisman bei den Kapverdischen Inseln einmal aus einer Tiefe von 460 Metern (zirka 250 Faden) nicht weniger als 1000 Stück Fische aus dem Geschlechte *Malacocephalus* und 750 Exemplare von Garneelen aus der Gattung *Pandalus* zugleich!

Kommt das Grundnetz aus geringeren Tiefen herauf, dann heißt es für die Forscher rasch fein und behutsam zugleich! Da schnellen Fische in die Höhe, — Garneelen machen gewagte Sprünge, — flinke Krabben laufen rückwärts und seitwärts rasch davon, — unglaublich hurtig für ihre Organisationsverhältnisse, mit sich überstürzendem Eifer die schlanken Arme als Beine benutzend torkeln Schlangensterne von dannen, — blitzschnell schlängeln sich prachtvolle Ringelwürmer dahin! — Aber Vorsicht, Vorsicht! nicht zu rauh und zu rasch die Kinder Poseidons angefaßt! Hier diese Krustentiere werfen, unsanft gepackt, Beine und Scheren ab, — jene Seeesterne amputieren sich der Freiheit

zu Liebe opferfreudig einen, selbst mehrere Arme, — dort den Holothurien oder Seewalzen wird es vor angstvoller Aufregung ganz übel und wehe, sie erbrechen nicht bloß den Mageninhalt, sondern die ganzen Gedärme dazu, — Synapten und seltsame Schnurwürmer oder Nemertinen zerreißen sich in ohnmächtigem Ingrimme freiwillig selbst in Stücke!

Köstliche Minuten für den Naturforscher! Wie schlägt sein Herz höher, erblickt er eine ihm wohlbekannte, aber lebend noch nie gesehene Seltenheit, oder eine neue, fremdartige Form, der er auf den ersten Blick ansieht, daß sie geeignet ist, ein Verbindungsglied zwischen bis dahin getrennten und isoliert stehenden Geschöpfen zu bilden. Diese Gefühle kennt nur der Fachmann, es sind die herrlichsten Blüten, welche auf dem nicht eben dornenlosen Pfade unserer Wissenschaft blühen!

Der alte Otho Friedrich Müller bricht, nachdem er die Mühseligkeiten des Dredschens geschildert hat, in die Worte aus: „interdum quidem unum et alterum molluscum, helminthicum, aut testaceum minus notum in dulce laborum lenem reportat“ (bisweilen indeffen bringt ein oder das andere wenig gekannte Mollusk, Würmchen oder Schalthier füße Entschädigung für die gehalten Mühen). Enthusiastisch schildert der gemüt- und humorvolle Edward Forbes mit lebenswürdigen Worten seine erste Dredschfahrt: „Gar wohl erinnere ich mich des Tages, da ich zum erstenmale zuschaute, wie die Dredsche heraufgeholt wurde, nachdem sie in einer Tiefe von mehr als 100 Faden über den Boden des Meeres dahingeschleppt war. Als sich uns eine ganze Dredsche voll Geschöpfe aus einer noch unerforschten Tiefe zeigte, da war es uns, als ob wir auf die Stadt eines unbekannten Volkes blickten. Wohl erinnere ich mich auch, wie wir sorgsam jede Spur organischen Lebens von dem umhüllenden Schlamme sonderten und mit strahlenden Blicken auf Geschöpfe schauten, bisher noch ungekannt, oder auf ganze Gesellschaften von Formen, deren wahre Fundstelle vorher niemand mit Sicherheit anzugeben vermochte, oder deren Anblick, so in voller Kraft und Schönheit ihres Lebens, niemals früher das Auge eines Naturforschers entzückt hatte“.

Die Spannung aber, mit welcher die an Bord befindlichen Forscher der Ankunft des Grundnetzes harren, ist proportional der Tiefe, bis zu

welcher es gefandt worden war. Mit je 100 Faden mehr Tiefe wird es wahrscheinlicher und immer wahrscheinlicher, fremdartige, unbekannte Wesen gefangen zu haben. Denn nicht viel ist schon in Tiefen unter 3000 Faden gedredscht worden und wir kennen, wie Wyville Thomson bemerkt, nur einen verschwindend kleinen Bruchteil des ungeheuern Meeresbodens. Um ein Ding aber braucht sich der die Schätze abyssischer Gründe in Empfang nehmende Gelehrte nicht zu ängstigen: es ist kein rasches und behutsames Zugreifen nötig, fast alles, was das Netz den schauerlichen Abgründen entrang, ist tot, — es ist den Tieren der Tiefe nicht beschieden, je das volle Tageslicht zu sehen.

Die Dredsche kann auf zweierlei Art geleert werden. Entweder das Netz wird in ein großes Gefäß mit Seewasser einfach umgekehrt und sein Inhalt aus- und abgewaschen, oder, und das geschieht jetzt wohl häufiger, es wird so hoch gehißt, daß sein Ende in das Gefäß hineinhängt (Fig. 37). Dieses Ende ist aber, wie schon erwähnt, offen und mit Draht gerafft. Indem dieser mehr und mehr gelüftet und endlich ganz entfernt wird, ergießt sich der Inhalt des Netzes langsam in das bereitstehende Gefäß. Alle Organismen, welche sich an der Oberfläche der entleerten Masse zeigen, werden nun zunächst sorgfältig entfernt und in geeignete, bereitstehende Glasgefäße gebracht. Es ist aber besser, nicht weiter in dem Haufen von Schlamm und Tieren herumzustören, da man sonst Gefahr läuft, die zarteren Geschöpfe noch mehr zu beschädigen, als sie es, leider, oft genug schon sind.

Neben dem größeren Gefäß, in welches der Inhalt der Dredsche eingelassen wurde, sind zwei Kübel von ungefähr 20 Zoll Höhe und 2 Fuß Durchmesser zur Hand, deren jeder einen Satz Siebe enthält. Von diesen Sieben (4 an der Zahl) steht das untere auf dem Boden des Kübels und hat lange eiserne Handhaben, die bis über den Rand des höchsten, aber schmalsten, innersten Siebes des ganzen Satzes herausragen. Jedes andere Sieb hat gleichfalls eiserne, aber kürzere Handhaben und ein aus Messingdraht gefertigtes Bodennetz, das im obersten Sieb halbzöllige, im zweiten engere, im dritten viertelzöllige und im vierten, letzten aber weitesten, so enge Maschen hat, daß nur noch Schlamm und sehr feiner Sand dieselben passieren und auf den Boden des Kübels sinken kann. Nun

wird das oberste Sieb zur Hälfte mit der von der Dredsche heraufgebrachten Masse gefüllt und der ganze Satz, in dem man die langen Handhaben des untersten Siebes faßt, in dem Wasser des Kübels behutsam auf und ab bewegt, aber ja nicht etwa gedreht, da durch eine

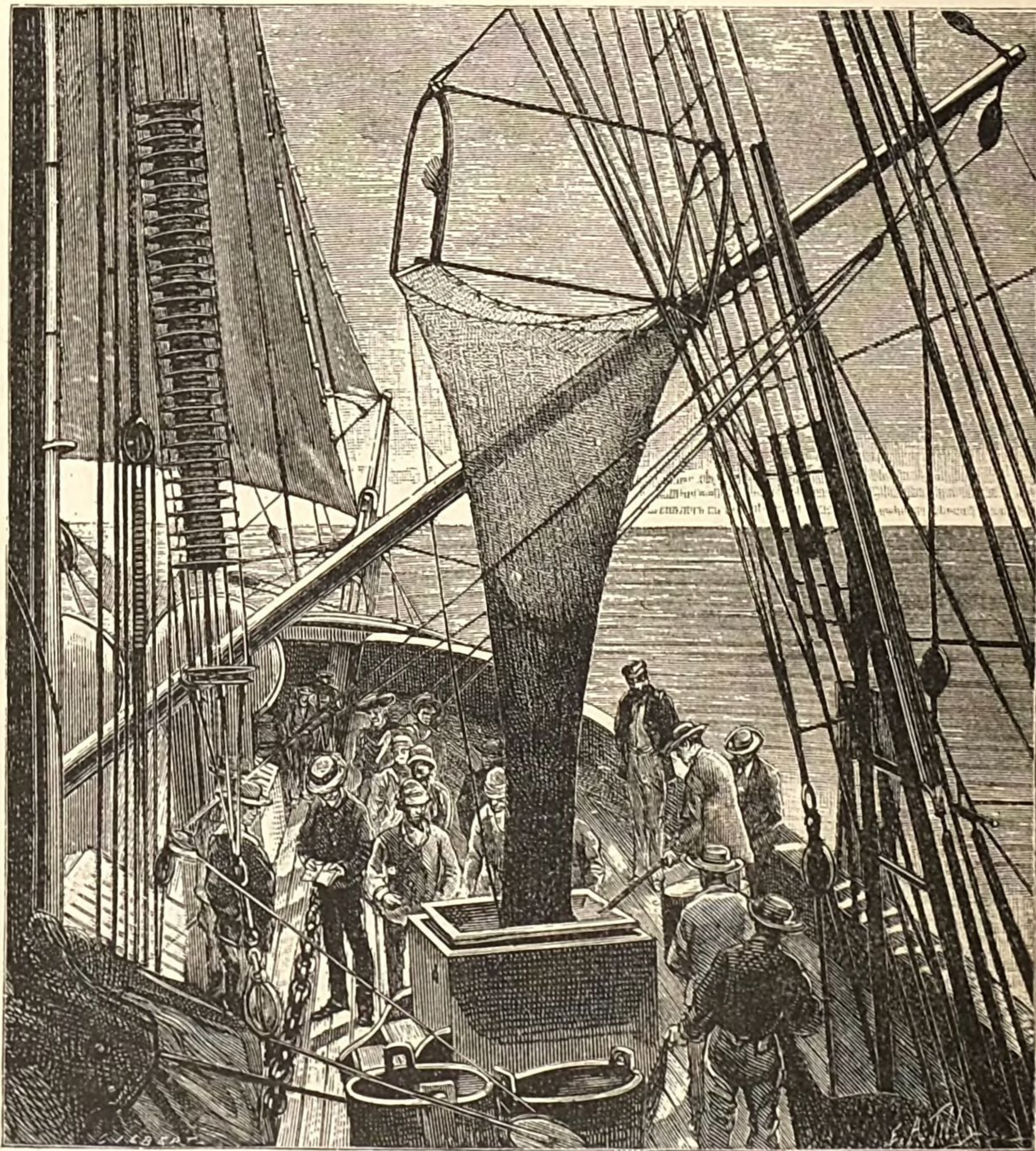


Fig. 37. Ankunft der Dredsche an Bord des Talisman.

drehende Bewegung die zarten Organismen sehr leicht Beschädigungen erleiden. In diesem Apparat, wie er übrigens bei den Entomologen zum Abfieben des Laubes, der Baum- und Walderde längst in Gebrauch ist, ordnet sich nun das gedredschte Material sieb- oder etagenweise nach

feiner Größe: im obersten bleiben die größten Stücke und auf den Boden des Kübels sinken die feinsten und das Brauchbare kann mit Hilfe von

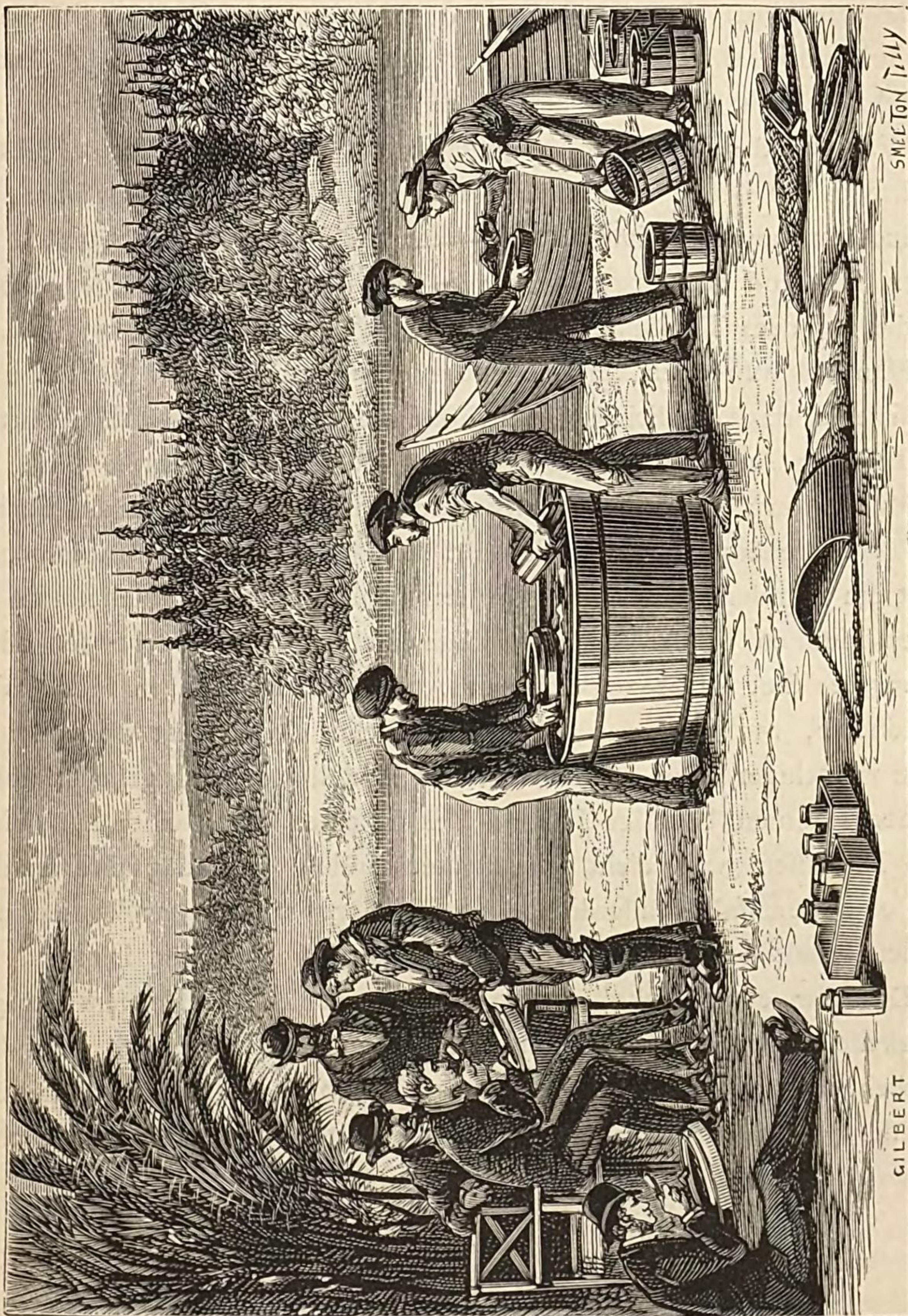


Fig. 38. Marquis de Folin mit seinen Gefährten untersuchen bei Kap Breton den Inhalt der Dredfschen.

Pinzetten, Pinfeln u. dgl. nach und nach aufgelesen und in entsprechende Glasgefäße verteilt werden. Dredscht man in unmittelbarer Nähe der

Küste von einem kleinen Boote aus, so kann man auch den ganzen Inhalt der Netze mit ans Land nehmen und hier mit Muße durchstöbern und untersuchen. Fig. 38 zeigt uns den Marquis de Folin mit seinen Begleitern und Gehilfen, wie sie am Strande von Kap Breton nach einem Dredschzuge den Netzinhalt auswaschen und durchmustern.

Während der eine Teil der beteiligten Forscher und ihre Gehilfen den Inhalt der Dredsche mittels Siebens und Waschens bearbeiten, ist ein anderer damit beschäftigt, das Netz selbst und die Tauquaften zu untersuchen und alle Organismen von ihnen abzulesen, welcher Arbeit sich die auf dem Titelbilde dargestellten Naturforscher eifrig widmen.

Man hat nun noch verschiedene andere Methoden des Siebens und modifizierte, dazu dienliche Instrumente, namentlich während der Fahrten des Blake in Anwendung gebracht. Das Wiegenieb (cradle-sieve) ist von Muldenform mit feiner Drahtwandung und wird seitlich am Schiffe über Bord gehängt, darauf wird auf den der Dredsche entnommenen Inhalt ein gelinder Wasserstrahl von der Schiffspumpe hergeleitet und in einigen Minuten ist der Schlamm abgewaschen. Ein anderes seit 1877 gebrauchtes Sieb dient zugleich zur Aufnahme des ganzen Inhalts der Grundnetze, wie sonst das Gefäß, in welches sie entleert werden. Es ist ein viereckiger Trog, in dem ein mit $\frac{1}{12}$ zölligem Drahtgeflecht überzogener Rahmen befestigt ist und der in einer Tafel eingesetzt wird. Diese hat einen wasserdicht hergestellten Boden von Zeug und an der Seite eine gleichfalls wasserdichte Ausflußröhre, welche das Wasser, das auf den Inhalt des Siebes dirigiert wird, zu den Speigaten leitet.

Die erbeuteten Objekte werden nun in verschiedenen Konservierungsflüssigkeiten bewahrt, je nach ihrer Beschaffenheit und je auch nach den Zwecken, wegen deren man sie sammelt: ob sie in Museen aufgestellt oder der wissenschaftlichen Untersuchung mittels des Mikroskops, chemischer Reagentien u. f. w. unterworfen werden sollen.

Zweites Kapitel.

Allgemeine Anpassungen der Tiere an die Tieffee.

Der Aufenthalt in der Tieffee, das Leben unter den dort herrschenden Bedingungen, die Existenz unter solchem Drucke, in so gering bewegtem Wasser, bei derartig modifizierten Beleuchtungsverhältnissen muß auf die dort lebenden Geschöpfe in mehr wie einer Hinsicht in höherem oder geringerem Grade mächtig zurückwirken.

Den Druck in den tiefsten von Tieren bewohnten Teilen des Meeres würde wahrscheinlich kein den obersten Wasserschichten angehöriges Geschöpf aushalten können, wenn es ihm plötzlich ausgesetzt werden würde, obwohl zugegeben werden kann, daß manche sehr weit hinab und herauf zu steigen vermögen. So hat man beobachtet, daß verwundete Walfische bis in Tiefen hinunterdrangen, in denen die an den Harpunen befestigten Holzteile in einer Weise zusammengepreßt wurden, daß sie später nicht mehr auf dem Wasser schwammen, und auch von einigen Haifischen ist es bekannt, daß sie gewaltige Wasserschichten ohne Nachteil in vertikaler Richtung durchschwimmen können. Diese Tiere verhalten sich mithin etwa so, wie unter den Landtieren der Kondor, der sich auch aus einer Höhe von 24000 Fuß in wenigen Minuten bis zur Oberfläche der Erde herablassen kann, — ein Weg, den wohl nur wenige Lebewesen außer ihm ungestraft in so kurzer Zeit würden zurücklegen dürfen.

Eine Thatfache ist es, daß fast alle Tiere der Tieffee tot, manche mehr oder weniger beschädigt und zerrissen an die Oberfläche des Meeres mittels der Grundnetze und Tauquaften heraufbefördert werden. Den Fischen, übrigens auch den sehr tief in den Alpenseen haufenden Formen, wie z. B. dem Kilche (*Coregonus hiemalis*), sind oft die innern Organe zerrissen, Teile der Speiseröhre sind zum Maule, Teile des Mastdarms zum After herausgepreßt, die Augen sind aus ihren Höhlen hervorgequollen, die Schuppen lockern sich und fallen ab. Die Ursache dieser Erscheinung ist, daß alle Flüssigkeiten und Gase in dem Körper des Tieres und in seinen Höhlen ursprünglich unter dem gleichen Drucke stehen, wie das umgebende Seewasser. Wie dieses zentripetal auf das

Tier preßt, so sind jene bestrebt, zentrifugal sich auszudehnen und beide Kräfte halten sich die Wage, sodaß unter den normalen Verhältnissen die feinsten und zartesten Teilchen vollkommen erhalten bleiben. Kommt



Fig. 39. Ein Tieffeefisch (*Scopelus* s. *Neoscopelus macrolepidotus*) aus 1500 Meter Tiefe. Ein Teil der Speiseröhre ist herausgepreßt, die Augen sind hervorgequollen, die Schuppen sind gelockert und fallen teilweise ab.

nun das Tier in Wasserschichten mit viel geringerem Drucke, dann findet die expansiv wirkende Kraft in seinem Körperinnern nicht mehr den nötigen äußern Widerstand, das Gleichgewicht wird gestört und der notwendige Erfolg wird Zerreißung und Zerpressung sein, umsomehr, je

größere gashaltige Körperhöhlungen etwa mit im Spiele find. Die Leiber von Fischen mit Schwimmblasen find den zerstörenden Einflüssen des verminderten äußern und des daher vermehrten innern Druckes weit mehr ausgesetzt, als die solcher ohne jenen hydrostatischen Apparat.

Über den Kilch bemerkt der große Naturforscher Karl Theodor von Siebold: „In einer Tiefe von 40 Klaftern haben die Kilche (im Bodensee) und ihre mit Luft gefüllte Schwimmblase einen Druck von ungefähr $7\frac{1}{2}$ Atmosphären auszuhalten. Werden diese Fische nun aus ihrem natürlichen Aufenthaltsorte herauf an die Wasseroberfläche gebracht, wo der Druck von nur 1 Atmosphäre von außen auf sie einwirkt, so wird die in ihrer Schwimmblase eingeschlossene Luft, welche bisher unter einem Drucke von $7\frac{1}{2}$ Atmosphären gestanden hat, bei dem Heraufziehen der gefangenen Fische allmählich eine Druckverminderung um $6\frac{1}{2}$ Atmosphären erleiden und sich in gleichem Verhältnisse ausdehnen fodaß der baldige Tod eines solchen trommelfüchtig gewordenen Fisches unausbleiblich erfolgen muß“. Es scheint übrigens der Kilch im Ammersee, den er auch noch bewohnt, nach deselben ausgezeichneten Forschers Bemerkung zarter gebaut zu sein als der im Bodensee (vielleicht kommt er dort auch in größeren Tiefen vor als hier?), da bei ihm, wenn er aus dem Wasser gezogen wird, die Schwimmblase in der Regel mit einem Knalle berstet.

Vom Fange des Kilchs giebt v. Siebold eine hochinteressante Schilderung, die hier mitzuteilen ich mir um so weniger versagen kann, als sie dem Laienpublikum und wohl auch den Liebhabern des edlen Fischsports ziemlich unbekannt sein dürfte.

„Endlich“ fährt mein Gewährsmann, nachdem er die Vorbereitung zum Fang und das Versenken des Netzes beschrieben hat, fort, „konnte auch das Netz aus dem Wasser gehoben werden, aber noch wurde meine Erwartung auf die Probe gestellt, bis zuletzt das Ende des langen Netzes, der eigentliche Sack mit seinem Inhalte zum Vorschein kam. Dieser leuchtete mir schon aus der Tiefe als weißglänzende Körper entgegen, welche sich nach und nach immer deutlicher als dick aufgeschwollene Kilche zu erkennen gaben, und recht eigentlich den Namen Kropffelchen verdienten. Der Zug war übrigens sehr befriedigend ausgefallen,

nahe an 40 Kilche waren in das Netz gegangen. Sämtliche hatten einen ballonförmig aufgetriebenen Bauch und hingen mit dem Rücken nach unten an der Oberfläche des Wassers. Aus ihrer Mattigkeit und aus ihrem vergeblichen Bestreben, in die Tiefe des Wassers niederzutauchen, entnahm ich, daß sich diese Kilche in einem ganz unnatürlichen und höchst unbehaglichen Zustande befanden. Da dieselben nach kurzer Zeit dem Tode nahe waren, ließ ich sogleich an einigen derselben, um sie vom schnellen Tode zu erretten, die von den Fischern Stupfen genannte Operation ausführen. Ich überzeugte mich dabei, daß dieselben ein zugespitztes Holzstäbchen durch die Öffnung, welche sich bei diesem Fische, wie bei allen lachsartigen, dicht hinter dem After befindet, sehr vorsichtig in die Bauchhöhle einschoben und demselben eine Wendung nach vorn gaben, wodurch die Schwimmblase angestoßen werden mußte. Nach dem Herausziehen des Holzstäbchens strömte sogleich die Luft der verletzten Schwimmblase mit einem pfeifenden Ton aus der Bauchhöhle nach außen. Die gestupften Kilche erhielten unter allmählichem Zusammenziehen ihrer Bauchwandungen die gewöhnliche Renkengestalt wieder und schwammen, in ihren Wasserbehälter zurückversetzt, in demselben munter und wie jeder gesunde Fisch mit nach oben gerichtetem Rücken umher“. Es waren bei diesem Fischzug auch einige Barsche mitgefangen worden, deren weniger elastische Schwimmblase geplatzt war und die dabei in die Bauchhöhle geratene Luft, der die festen Bauchwände genügenden Widerstand leisteten, hatte von innen her den Magen aus der Bauchhöhle hinausgedrängt und in die nachgiebige Rachenhöhle hineingestülpt, wie das ähnlich auch dem *Scopelus macrolepidotus* in Fig. 39 wiederfahren ist.

Auch wir Menschen und die Tierwelt um uns leben auf dem Boden eines Ozeans, auf dem Grunde eines Luftmeeres. Die in den Höhlungen unseres Körpers und in den feinsten Lücken unserer Gewebe enthaltenen Gase stehen unter demselben Drucke wie die uns umgebende Luft, auch hier halten sich zwei gegeneinander wirkende Kräfte das Gleichgewicht. Besteigen wir hohe Berge, oder heben uns mit dem Luftballon in bedeutende Höhen, so befällt uns die von manchen allerdings geleugnete Bergkrankheit, das Mal di Puna der Südamerikaner: unsere Atmung

wird erschwert, der Kopf schmerzt, in den Ohren faßt es, die Augen brennen, Blut dringt aus Lungen, Nase, Augen, — mit andern Worten, die zentrifugal wirkende Kraft der Gase in uns hat (abgesehen von den Folgen einer ungenügenden Menge von Sauerstoff) die Übermacht über die zentripetal wirkende Kraft der verdünnten Luft um uns gewonnen und werden wir etwa durch den mehr und mehr steigenden Luftballon gegen unsern Willen in höhere und immer höhere Luftschichten getragen, so wird die Sache schließlich für uns, wie für den an die Oberfläche gebrachten Tiefseefisch, einen tötlichen Ausgang nehmen.

Den Fischen des tiefen Meeres kann unter solchen Umständen der Besitz einer Schwimmblase verhängnisvoll werden. Viele Fische steigen und sinken mittels ihrer Schwimmblase: wollen sie steigen, so erweitern sie dieselbe, sodaß das in ihr enthaltene Gas sich ausdehnen kann, der Fisch vergrößert mit andern Worten sein Volumen ohne sein Gewicht zu vermehren, d. h. er wird relativ leichter und umgekehrt, — will er sinken, so preßt er mit der Schwimmblase die Gase in ihr zusammen, das Volumen wird ohne Gewichtsabnahme geringer, das Tier daher relativ schwerer. Nun geschieht es manchmal, daß ein Fisch in der Hitze des Verfolgens oder des Verfolgtwerdens in Wasserschichten mit so verringertem Drucke gerät, daß er nicht mehr mit seiner Muskelkraft die Kraft des sich ausdehnenden Gases in seiner Schwimmblase überwinden kann, — dann wird er, er mag beginnen was er will, immer höher hinauf und in sein sicheres Verderben getrieben. Nur ein etwaiges Anstechen der Schwimmblase und ein dadurch bewirktes Entweichen des in ihr enthaltenen Gases könnte ihn allenfalls noch retten. Von welcher Art ist aber das Gas in den Schwimmblasen von Tiefseefischen? — Nach mehreren Untersuchungen soll es in denen der Flußfische Kohlenäure sein. Wenn es sich so auch bei jenen verhält, dann ist die Kohlenäure hier kein Gas mehr, sondern eine Flüssigkeit, da sie ja schon unter einem Druck von 36 Atmosphären bei 0° in den flüssigen Aggregatzustand übergeht. Nach Biot und de la Roche wäre aber die Luft in der Schwimmblase ein Gemisch von Kohlenäure, Stick- und hauptsächlich Sauerstoff, der proportional der Tiefe des Vorkommens eines Fisches bis zu 94% des Gemenges zunähme.

Weniger als die Körper der Fische leiden die anderer Tiere unter dem Einflusse des plötzlichen Überganges in viel weniger dichtes Wasser. Die Geschöpfe sterben zwar meistens auch, aber entweder ist das Material ihrer Gewebe zu fest oder zu nachgiebig, als daß die Expansivkraft der innern Flüssigkeiten und Gase dieselben zerreißen könnte, oder die Körperhöhlungen stehen in offener Kommunikation mit dem umgebenden Seewasser.

Man hat neuerdings den Einfluß erhöhten Drucks auf Organismen experimentell zu untersuchen angefangen. Schon 1878 hatte der berühmte französische Physiolog Paul Bert, Unterrichtsminister im Ministerium Gambetta, bei Gelegenheit anderer Untersuchungen beiläufig nachgewiesen, daß junge Aale, wenn sie einem Druck von 15 Atmosphären ausgesetzt waren, abstarben, ja daß sie nicht einmal einen solchen von 7 Atmosphären auf die Dauer auszuhalten vermochten. Später experimentierte ein anderer französischer Forscher, Regnard, bloß um das Verhalten von Organismen gegen hohen Druck zu untersuchen. Er sah, daß Mollusken und Blutegel bei einem Druck von 600 Atmosphären (einer Tiefe von 3900 Faden oder von 7132 Metern entsprechend) lethargisch wurden. Ein Fisch ohne Schwimmblase konnte ohne Schaden einem Druck von 100 Atm. (entsp. 650 Faden) ausgesetzt werden, bei 200 Atm. (entsp. 1300 Faden) wurde er torpid und bei 300 Atm. (entsp. zirka 2000 Faden) stand er ab.

Regnard verband nun die mit entsprechend starken Glastafeln versehene Kammer, in welcher die Tiere in dem Instrumente den hohen Druckverhältnissen ausgesetzt wurden, derart mit einem photoelektrischen Mikroskope, daß er ihr Bild auf einen Schirm auffangen konnte und experimentierte mit kleinen Krebsen (Copepoden etc.). Bei einem Drucke von 200 Atm. zeigten sie Unruhe, bei 300 sanken sie zappelnd zu Boden und bei 600 waren sie bewegungslos und starr, erholten sich aber nach einer Viertelstunde unter normalen Bedingungen wieder. Es scheint, daß die leichtern Zufälle, an denen die Tiere noch nicht unmittelbar zu Grunde gehen, vom zentralen Nervensystem ausgehen; nach sehr anhaltendem, von tödlichem Ausgange begleiteten Drucke indessen trat

auch eine merkwürdige Veränderung in den Geweben ein, indem nämlich die festen mit den flüssigen imprägniert wurden.

Ein Ding darf freilich nicht übersehen werden, daß nämlich bei jenen Experimenten dem Wasser, in welchem sich innerhalb der Kammer die Tiere befanden, kein Sauerstoff zugeführt werden konnte, mithin wurde der von Anfang an darin vorhanden gewesene nach und nach verbraucht und es können vielleicht wohl ein Teil der erwähnten, an Tieren unter hohem Drucke beobachtete Erscheinungen auf Atemnot zurückgeführt werden. Bei der Beurteilung des Verhaltens der Tiefseetiere unter der starken, an ihrem Aufenthaltsorte auf sie einwirkenden Belastung müssen wir auch nicht vergessen, daß die Geschöpfe sich jedenfalls sehr successive an denselben gewöhnt haben werden, manche allerdings gewiß während ihres eignen Daseins, — denn eine Reihe von Tiefseefischen leben z. B. in der Jugend an der Oberfläche des Meeres, — andere aber im Laufe vieler Generationen.

Man könnte nun vermuten, daß infolge der größeren durch den Druck veranlaßten Dichte des Wassers der Tiefsee die Bewegungen, namentlich das Schwimmen in demselben den dort wohnenden Tieren viel Anstrengung und große Muskelarbeit bereiten müßten. Aber ein in (nicht auf!) dem Wasser schwimmendes Tier hat fast dasselbe spezifische Gewicht wie das es umgebende Medium und nur für ein Tier aus oberflächlichem Wasser würde die Ortsbewegung in der Tiefe mit größerer Mühe verbunden sein, da es aus weniger dichtem, folglich leichterem Wasser, dem sein eignes Körpergewicht entspricht, in dichteres, folglich schwereres gekommen wäre.

Den einmal an ein Tiefseeleben angepaßten Geschöpfen erwächst sicher aus der größeren Dichte des Wassers keine größere Unbequemlichkeit, denn ihre Muskeln und andere ihrer Bewegungsorgane sind nicht stärker entwickelt als bei den oberflächlich lebenden, — im Gegenteil öfters eher schwächer, denn sie haben bei ihren Bewegungen nicht mit einem andern Faktor zu rechnen, der bei Oberflächen- und Küstentieren gar sehr in Betracht kommt, nämlich mit starker Bewegung des Wassers, sei es, daß diese durch Wellenschlag oder Strömungen bedingt ist. Dieser Mangel an Bewegung in der Tiefsee ist auch von einem

gewissen Einfluß auf die Gestaltung der dort befindlichen festgewachsenen Tiere. Korallen, mehr noch die schmiegsameren Schwämme werden betreffs ihrer Körperform gar sehr durch das bewegte Wasser beeinflusst.

Ich habe augenblicklich 8 Spezies von Horn- und Kiefelschwämmen in 13 Exemplaren vor mir liegen, welche ich durch die Freundlichkeit eines Kaufmanns hiesiger Stadt erhielt. Sie stammen von einer Lokalität an der Küste der westindischen Insel Barbados aus sehr stark bewegtem Wasser in unmittelbarer Nähe der Oberfläche und alle zeigen in sonderbarer Weise den Einfluß desselben. Es sind teils einzelne Individuen, teils Stöcke oder Kolonien. Bei den erstern ist infolge der Richtung des anhaltenden, in gleicher Richtung wirkenden Druckes des strömenden Wassers die ursprünglich runde Form des Magendurchschnitts und Mundes in eine ganz langgestreckte ovale übergegangen, sodaß die Breite des Mundes sich zu seiner, in der Bewegungsrichtung des Wassers befindlich gewesenen Länge wie 6 zu 12 (bei jüngern Individuen) bis wie 9 zu 57 (bei alten derselben Art) verhält. Die Kolonien haben nicht, wie sonst gewöhnlich die derselben Spezies, eine rundliche Gestalt und nach allen Seiten hin gerichtete Mundöffnungen, sondern sie sind langgestreckt, infolge des anhaltend in derselben Richtung auf sie ausgeübten Druckes der Strömung und die Mundöffnungen stehen in einer Linie neben einander, sodaß einige dieser Schwämme entfernt an die Panflöten des Altertums erinnern. Dem gegenüber läßt sich feststellen, daß die meisten Spongien der Tiefsee, sogar Arten solcher Gattungen, die in weniger tiefem Wasser mannigfach verzweigt und verknäult großen individuellen Schwankungen in der Leibesform unterworfen sind, auffallend regelmäßige Gestalten zeigen und daß die Exemplare einander alle sehr ähnlich sehen.

Auch die kolossale Entwicklung des ganzen Extremitätenapparates gewisser Krebsformen der Tiefsee und die überaus langen und zarten Borsten, mit denen derselbe häufig besetzt ist, so wie die entsprechende bedeutende Verlängerung einzelner Flossenstrahlen bei gewissen abyssischen Fischarten läßt sich mit einer einigermaßen ansehnlichen Bewegung des Wassers nicht in Einklang bringen. Es ist so wie Moseley bemerkt: „Alles in allem muß die Tiefsee, kalt, dunkel, still wie sie ist,

die einförmigste Wohnstätte sein, die man sich denken kann“. Nur, können wir hinzufügen, das uralte Thema vom Fressen und Gefressenwerden bringt etwas dramatische Abwechslung auch auf diese eintönige Lebensbühne! — Es ist aber trotzdem ein verwegenes, mir unverständliches Wort von Gwyn Jeffreys, daß die wirbellosen Seetiere keine Gelegenheit zum Kampf ums Dasein hätten! Ist nicht ihre ganze Organisation, ihr Aufenthaltsort und ihre Lebensweise das Resultat eines fortgesetzten Kampfes ums Dasein?

Die sonderbarste Erscheinung in der Organisation der Tiefseetiere liegt in dem Verhalten ihrer Sehorgane. Dasselbe würde weniger sonderbar erscheinen, wenn alle in dieser Beziehung über einen Leisten geschlagen, wenn entweder alle blind oder alle sehend wären, so kommen aber beiderlei Formen nebeneinander vor.

Augen sind die höchsten Sinnesorgane, man könnte sie die Blüten des Nervensystems nennen. Nur unter dem Einflusse von Licht konnten sich Teile des allgemeinen Empfindungsapparats zu Augen spezifizieren. Leydig sagt einmal: „Aus Tastapparaten gehen durch vollkommenere Apparate die spezifischen Sinne hervor; am Blutegel z. B. scheint das Auge nur eine höhere Stufe der becherförmigen Tastorgane darzustellen. Die Tastempfindung ist die allgemeinste, gleichsam die unterste Sinnesempfindung“. In der Regel sehen wir, daß die Augen am Kopfe der Tiere befindlich sind, aber es wäre voreilig, wenn wir daraus schließen wollten, daß etwa zwischen unserem Auge und dem der Schnecken oder Insekten ein genetischer Zusammenhang wäre, daß wir und jene Tiere diese Sinnesorgane in ihrer Anlage als Augen etwa von gemeinsamen, weit, weit zurückliegenden Ahnen ererbt hätten. Dem ist nicht so. Alle Organe, also auch alle Orientierungsapparate, entwickeln sich am tierischen Körper an der Stelle, wo sie den meisten Schutz finden oder wo ihre Gegenwart am notwendigsten ist. Für Orientierungsapparate wird das letztere meistens in der Nähe des Mundes stattfinden, denn durch dessen Lage wird in der Regel die Hauptbewegungsrichtung eines Geschöpfes bestimmt, es geht nicht sowohl „der Nase“ als dem Munde nach! Eine weitere Folge der Ansammlung der höheren Sinnesorgane in der Nähe des Mundpoles eines Tieres ist die, daß sich hier dann

auch der am meisten und am verschiedenartigsten beschäftigte Teil des zentralen Nervensystems als Gehirn entwickeln kann.

Nicht immer indessen ist die Nähe des Mundes der beste Platz für die Entwicklung von Augen, es können sehr wohl andere Körperstellen geeigneter sein. Es giebt Tiere, welche ihre Nahrung nicht suchen und doch Augen haben. Das sind solche, welche eine nahezu sitzende Lebensweise führen: Raupen, Spinnen, manche Mollusken u. f. w. und in der Regel ist es die Aufgabe dieser dann auch gering entwickelten Gesichtsansorgane bloß hell und dunkel zu unterscheiden, oder die Annäherung irgend eines Gegenstandes wahrzunehmen. In diesen Fällen sehen wir häufig genug, daß die Augen auch nicht am Kopfe entwickelt sind: bei vielen Muscheln, die es überhaupt nicht zum Besitze eines besondern Kopfes gebracht haben, befinden sie sich am Rande des Mantels, bei der Schnecke *Onchidium* und bei den Käferschnecken (*Chiton*) auf dem Rücken, bei den letztern sind sie sogar in den Schalen eingebettet, und manche Würmer tragen sie an den Seiten des ganzen Körpers.

Wie die Sehorgane sich aus dem allgemeinen Tastapparat durch den unmittelbar und thatkräftig einwirkenden Einfluß des Lichtes entwickeln, so werden sie auch in anderer, teilweise negativer Weise beeinflusst: tritt Lichtmangel ein, so vergrößern sie sich, um von den wenigen vorhandenen Strahlen möglichst viele zu erfassen. Haufen die Tiere an Stellen, welche dem Lichte völlig entzogen sind, so verlieren sie ihre Augen, sie werden blind und oft genug sehen wir, wie in beiden Fällen, bei mangelhaftem und fehlendem Sehvermögen, der Ur- und Universalinn, das Getaft wieder zu stellvertretender Thätigkeit gelangt. Bei den Dämmerungstieren (das sind auch die gemeinlich als „Nachtthiere“ bezeichneten Geschöpfe) und Höhlentieren haben die einen große weitpupillige, die andern reduzierte verkümmerte Augen, wenn sie ihnen nicht, was sich meistens so verhält, völlig fehlen. In dem letztern Falle finden sich dann in der Regel hochentwickelte Tastorgane in der Gestalt nervenreicher Warzen mit Borsten oder Haaren, oft sogar an derselben Körperstelle, wo bei den im Lichte des Tages sich tummelnden Verwandten die Augen angetroffen werden.

An einer andern Stelle*) habe ich über die Organisationsverhältnisse der Höhlentiere gehandelt und dort das Folgende bemerkt: „Im vordern Teile der Höhlen finden sich eigene kleine Laufkäferarten (aus den Geschlechtern *Trechus* und *Bythinus*), bei denen das Auge nur 60–80 Facetten aufweist, während dieselben bei ihren oberirdischen Verwandten zu Hunderten in jedem Auge sich finden. In Grottenteilen, wohin im Sommer nur von 11–12 Uhr dürftige Lichtmengen nicht von oben, sondern von der Seite her dringen, entdeckte Joseph ein merkwürdiges Spinnentier aus der Familie der Weberknechte oder der Wandkanker (*Siro duricornis*). Bei den oberirdischen Verwandten befinden sich die Augen auf der Mitte des Rückens, bei dieser Grottenform sind sie auf die Seiten des Körpers gerückt und liegen nicht flach, sondern stehen auf kegelförmigen Höckern: das Tier sieht von der Seite und bewegt sich auch in einer seitlichen Richtung behende. Je tiefer wir nun eindringen in die Höhlen, desto mehr schwinden bei den Bewohnern die Augen, wenn wir auch zunächst noch leicht beobachten können, daß sie einst vorhanden waren. Unsere Flußkrebse haben, wie die nordamerikanischen gestielte Augen, aber ihre Nachkommen in den Krainer und Kentuckyer Höhlen (*Cambarus stygius* und *pellucidus*) haben wohl noch den Stiel, aber keine Facetten des Auges mehr. Am Reste des Sehorgans der südösterreichischen Dunkelform fehlen am freien Ende des Ophthalmophors, des Augenstiels alle lichtbrechenden und empfindenden Elemente. Es ist von einer undurchsichtigen Chitinhaut überdeckt und der Augapfel selbst von einer derben, bindegewebigen, fettreichen Masse erfüllt, sowie auch durch den Augenstiel ein Bindegewebsstrang sich zum oberen Teile der Gehirnmasse als entarteter Sehnerv hinzieht. Bei dem im Grundwasser über einen großen Teil Europas verbreiteten blinden Süßwasserflohkrebse (*Gammarus puteanus*), welcher sich überall in tiefen Brunnen von Sylt und Helgoland bis Venedig, in Höhlen und Grotten und in den Tiefen der großen Seen wiederfindet, sah der berühmte Mikroskopiker Leydig wohl, wie bei seinem nächsten Verwandten, dem gemeinen Bachflohkrebse (*Gammarus pulex*), ein

*) Marshall, W., Spaziergänge eines Naturforschers. Leipzig 1888, p. 296.

Augenganglion, das sich auch gegen die Stelle, wo bei der verwandten oberirdischen Form das Sehorgan liegt, hinwölbte, aber niemals vermochte er ein wirkliches Facettenauge mit Pigment und einer Sonderung in Kryfallkegel zu bemerken. Aber Schneider fand in einer Tiefe von 2000 Fuß unter der Erdoberfläche in dem Sammelwasser der Klausthaler Bergwerke einen Flohkrebs, der ganz weiß, jedoch mit großen Augen ausgestattet war. Nach Joseph ist eine nahe verwandte Art, vielleicht nur eine Varietät dieses sehr variablen Dunkelamphipoden (*Gammarus* s. *Niphargus stygius*) in den Grotten Krains weit verbreitet und sind unter denen, welche in den Wasserbassins der vorderen halbdunkeln Räume haufen, immer einzelne Individuen vorhanden, bei denen das Auge deutliche Hornhautfacetten, Kryfallkegel, Sehstäbchen und nervöse Elemente, aber in geringer Zahl und mit wenig Pigment aufweist“.

Man sollte nun meinen, bei den Seetieren würde das Sehorgan immer in dem Maße reduziert, wie sie sich in die Tiefe verbreiten, daß also auf Tagtiere der oberflächlichen Wasserschichten Dämmerungstiere verschiedenen Grades in den mittleren und auf oder nahe an dem Boden, entsprechend den Bewohnern tiefster Höhlenteile, Blindtiere folgen würden. Das kann in der That der Fall sein, ja sogar ein und dieselbe Art kann je nach der Tiefe betreffs ihrer Augen verschieden organisiert sein.

Das wohlbekannte Beispiel betrifft eine Krabbe (*Ethusa granulata*, Fig. 40), die im flachen Wasser gut entwickelte Augen hat, während Exemplare aus 110 bis 370 Faden Tiefe zwar noch Augenstiele besitzen, aber offenbar ihr Sehvermögen eingebüßt haben, indem an Stelle der Augen am Ende der noch beweglichen Stiele sich kalkige Anschwellungen befinden und bei Individuen aus 500 bis 700 Faden haben die Augenstiele selbst ihre Beweglichkeit eingebüßt und sind zu einem sekundären Stirnflachel verschmolzen, während der ursprüngliche obliterierte.

Aber so, man möchte sagen „programmäßig“, verläuft die Sache durchaus nicht immer. Oft genug finden sich großäugige Dämmerungsformen neben den völlig blinden Tiefseebewohnern, eine Erscheinung, die nicht so ganz leicht zu erklären ist, denn offenbar haben die Tiere

auf dieselben Zustände in diametral entgegengesetzter Weise reagiert. Was ist die Ursache dieser höchst auffallenden und befremdenden Thatfache? Vielleicht, daß mehrere zusammenwirken. Der vorher schon angeführte Schneider, ein Forscher, welcher sich das Studium der Organismenwelt der Bergwerke zur Aufgabe gestellt hat, spricht, bei Mitteilung seiner erwähnten Entdeckung einer großäugigen Amphipodenform in den Wassern der tiefsten Tiefen der Klausthaler Bergwerke, die Vermutung aus, daß die Zunahme von Sehorganen an Umfang und

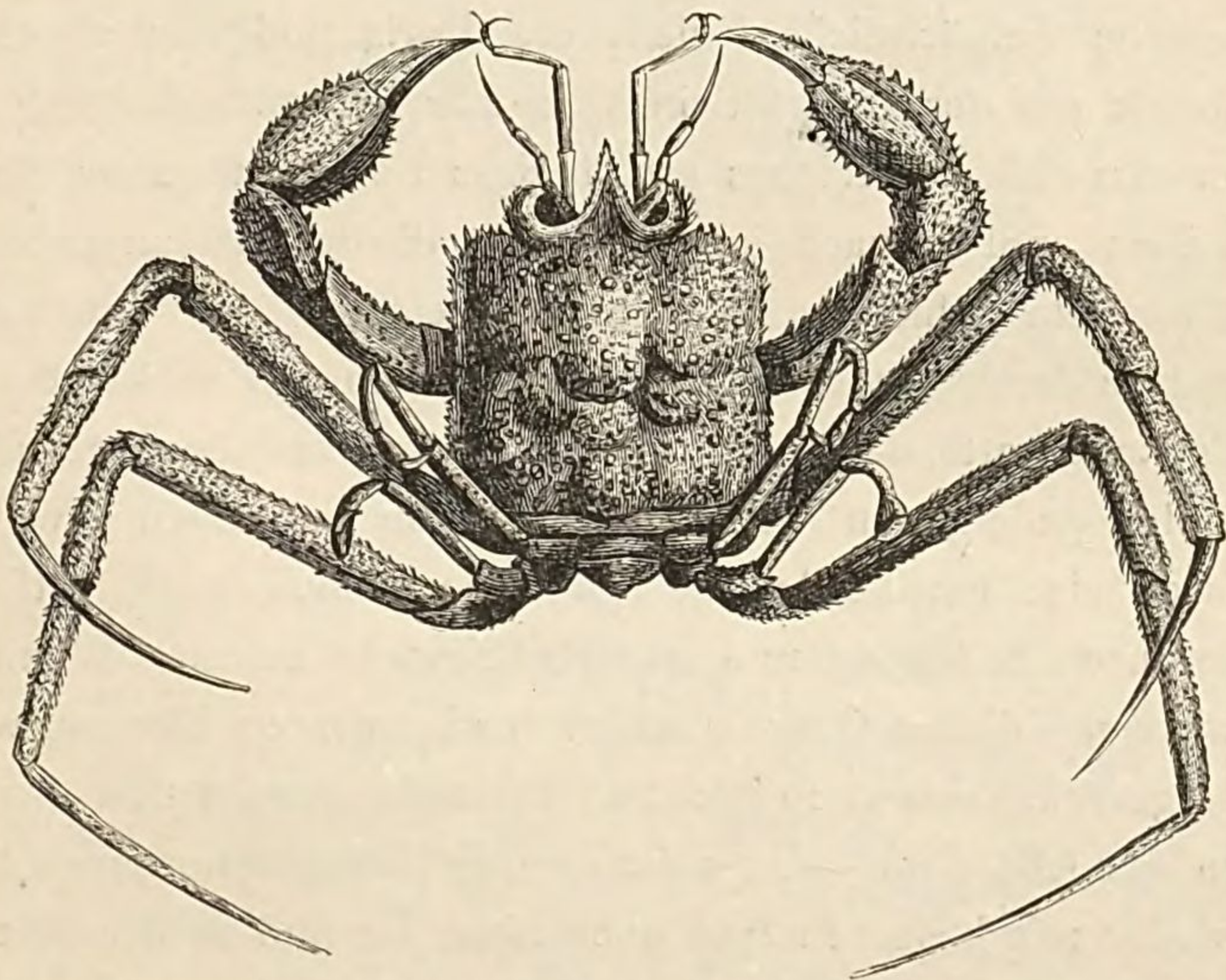


Fig. 40. *Ethusa granulata*, blinde Form, aber noch mit dem ursprünglichen Stirnstachel, aus 800 Meter Tiefe.

Pigmentreichtum vielleicht die erste Stufe der Umbildung und negativen Anpassung an solche Verhältnisse, wie sie in absolut dunklen Räumen herrschen, darstellen könnte. Diese Idee sieht auf dem ersten Augenblicke paradoxer aus, als sie in Wahrheit ist.

Wir müssen aus gewissen, im nächsten Kapitel näher zu erörternden Gründen, annehmen, daß sich die ganze Tiefseefauna im Laufe der Zeiten nach und nach aus oberflächlich lebenden Tieren rekrutiert hat, — alle Veränderungen und alle Besonderheiten, welche uns die abyssischen Formen zeigen, sind die Resultate umbildender Neuanpassung. Bevor diese Tiere,

auch wenn sie Grundformen waren, die dunkelsten und tiefsten Tiefen erreichten, mußten sie, und öfters vielleicht zahlreiche Generationen hinter einander, die Dämmerungsschichten, in denen doch auch an vielen Stellen der Ozeane der Meeresboden liegen wird, durchmachen. Je lichtärmer diese Schichten wurden, desto mehr vergrößerten sich die Sehorgane, wie wir das genau auch bei den landbewohnenden Dämmerungstieren verfolgen können, die um so großäugiger werden, je ausschließlicher sie sich an die Stunden der tiefsten Nacht angepaßt haben: die mehr abendlich fliegenden Fledermäuse, einige Katzen auf der einen und manche tiefnächtliche Eulen, die Loris und der abenteuerliche Koboldmaki auf der andern Seite sind sehr lehrreiche Beispiele! Setzen wir nun den Fall, ein solches großäugiges Dämmerungstier des tieferen Meeres kam endlich nach langer Zeit in die (einmal angenommen!) absolut dunkeln Schichten, so ist es sehr leicht möglich, daß das Auge die Tendenz der Vergrößerung, welche es während zahlreicher Generationen gehabt hatte, durch eine Art Beharrungsvermögen gewissermaßen und infolge gesteigerten Lichtbedürfnisses bis auf einen gewissen Grad und durch eine gewisse Anzahl von Generationen noch fortsetzte, bis nach und nach Reduktion und endlich Schwund eintrat. Wenn wir die Tiefseetiere von diesem Gesichtspunkte aus betrachten, könnten wir sagen: hier sind gewisse Formen mit so und so großen Augen und das sind die neuesten hier lebenden, — hier diese mit größeren Sehorganen sind älter, diese wieder mit kleineren sind noch älter, sie sind in der Rückbildung begriffen und diese ältesten endlich sind ganz blind.

Eine andere Möglichkeit ist folgende: auf dem Boden, auf den tiefsten Stellen der Ozeane herrscht keine absolute Finsternis, es findet sich vielmehr ein mattes Licht (gleichgiltig ob dasselbe in der Sonne oder in der Phosphoreszenz seine Quelle hat!). Die einen Tiere haben sich positiv an diese matte Dämmerung angepaßt, ihre Augen haben sich vergrößert, andere haben in einer negativen Art auf die Verhältnisse reagiert, ihre Augen verschwanden, aber das konnten sie thun, weil sich vikarirend eingreifende andere Sinnesorgane in entsprechend aufsteigender Linie entwickelt hatten, oder aber weil die betreffenden Geschöpfe bei geringer Beweglichkeit und leicht erlangbarer Nahrung der

Augen wenig oder nicht bedurften. Es scheint mir wirklich, daß zwischen dem aus dem Baue erschließbaren Grade der Hurligkeit der Tieffeeiere und dem Grade ihrer Augenentwicklung ein innerer Zusammenhang statlfindet. Sicher ist das häufig der Fall zwischen Blindheit und gesteigerter Entfaltung anderer Sinnesorgane. M. O. Grimm hat in dieser Hinsicht interessante Beobachtungen während seiner Untersuchungen der Fauna des kaspischen Meeres, wo es kein Meeresleuchten giebt, gemacht. Von den in seiner Tiefe, die stellenweise doch 1000 m beträgt, sich aufhaltenden Tieren haben einige Augen, andere sind blind. So besitzen die dort heimischen Arten der Krebsgattungen *Myfis*, *Baekia* und *Gammaracanthus* Sehorgane, die anderen, welche dafür höher entwickelte andere Sinnesorgane haben, fehlen. Während der blinde, frei umher schwimmende, *Niphargus caspius* an seinen Antennen gut entwickelte Organe des Geruchs und Getaftes besitzt, hat ein nach Maulwurfsart im Bodenschlamm wühlender *Onesimus* bloß die letzteren.

Die offenbaren Veränderungen, welche die Sehorgane der Tiere in der Dämmerung und absoluten Nacht, sei es auf der Oberwelt, in Höhlen oder in der Tieffee erleiden, machen Leuten, denen jeder Gedanke einer Anpassungsfähigkeit und Veränderlichkeit der Organismen ein Greuel ist, schwere Kopfschmerzen. Hat man sich doch, um nur ja der Lehre Darwins keine Konzession machen zu müssen, zu der geradezu unglaublichen Behauptung verfliegen, daß die blinden Tiere der Tieffee nicht als rückgebildete Nachkommen sehender Vorfahren betrachtet werden dürften. Für beiderlei Arten von Blindtieren, sowohl für die des Meeresgrundes, wie für die der Höhlen, scheine es vielmehr sehr wahrscheinlich, daß sie die Nachkommen augenloser Vorfahren seien!!! — Schon Agassiz (wohlbemerkt, der Vater!) für den doch die Unveränderlichkeit der Arten eine feststehende Thatfache war, hat vor mehr wie 40 Jahren einmal bemerkt, daß, wenn es überhaupt möglich sei, daß äußere Umstände ein organisiertes Wesen zu verändern vermöchten, so könnte das allenfalls durch die Umstände geschehen, die im Innern der Höhlen herrschten.

Wie die häufige Gegenwart vergrößerter Augen für die Möglichkeit spricht, daß auf dem Boden des tiefen Meeres eine gewisse

Dämmerung herrscht, so können wir diese vielleicht auch aus den Färbungen der dort befindlichen Tiere schließen. Nicht alle Tiefseetiere sind bunt, manche zeigen, wie die Höhlenbewohner nur die natürliche Farbe des ihre Körperhülle bildenden Stoffes, andere Fische sind dunkelbraun bis schwarz, sie werden wie Schatten kaum bemerkbar durch die unbestimmt und schwach beleuchteten Wasser huschen, andere und, wie es scheint, die Mehrzahl sind lebhaft rot und purpurn gefärbt, also, wie Verrill erwähntermaßen hervorhebt, komplementär zu der Farbe des mutmaßlich dort unten herrschenden Lichts, — das günstigste Kolorit neben dem schwarzen die Tiere wenig auffällig zu machen. Lebhaft blaue, grüne, gelbe Tiefseetiere sind mit wenig Ausnahmen nicht bekannt, auch nicht buntgestreifte, gefleckte oder punktierte und fast immer ist bei den schwimmenden Formen die Rücken- und Bauchseite gleichgefärbt.

Phosphoreszenz ist bei den Bewohnern des tiefen Meeres, wie scheint, eine weitverbreitete Erscheinung und sie mag eine verschiedene Bedeutung haben. Einmal kann sie beweglichen Tieren ein Mittel sein, ihre Wege gewissermaßen mit der Laterne zu finden, ein andermal dient sie vielleicht zum Anlocken von Beutetieren oder aber sie wirkt ähnlich wie die sog. Schreckfarben, indem sie einem ungenießbaren, übel-schmeckenden oder giftigen Tiere als Warnungsmittel gegen etwaige räuberische Mitbürger dient, denen so ein kräftiges „Noli me tangere“ zugerufen wird.

Eine andere interessante aber gleichfalls schwierig zu lösende Frage aus dem Leben der Tiefseetiere beschäftigt sich mit den Verhältnissen, unter denen sich wahrscheinlich ihr Stoffwechsel vollzieht. Die Bedingungen, welche für ihre Atmung maßgebend sind, weichen nicht erheblich von denen an der Oberfläche vorhandenen ab, denn wir sehen, daß die Menge des im Tiefseewasser suspendierten Sauerstoffes bedeutend genug ist, den Tieren einen mindestens eben so günstigen Gasaustausch, wie denen im süßen Wasser zu gewähren, aber, — wie wird es mit der Ernährung? wo suchen wir die Erstlingslieferanten, die im stande sind anorganische Substanz in organische umzusetzen, auf denen also die Möglichkeit des Lebens in der Tiefe des Ozeans beruht?

Lebende Pflanzen finden sich, wie wir schon hervorzuheben Gelegen-

heit hatten, nur in so verschwindend kleinen Mengen in der Tiefsee, daß die Rolle, die sie hier als Vermittlerinnen des Stoffwechsels spielen, unbedingt gleich Null gesetzt werden kann. Wallich hat die Vermutung ausgesprochen, daß gewisse Tierformen im Stande seien, Wasser, Kohlenäureanhydrat und Ammoniak zu zerlegen und ihre Elemente ohne den Einfluß von Licht wieder in organische Verbindungen überzuführen. Wenn wir freilich auch zu der Annahme genötigt sind, daß jene ältesten und ursprünglichsten Wesen, welche als gemeinsame Stammesvorfahren der ganzen Tier- und Pflanzenwelt anzusehen sind, irgendwo und irgendwann einmal aus anorganischer Materie spontan entstanden sein müssen, vielleicht auch noch entstehen können, so können wir uns diesen Vorgang doch nicht leicht ohne Licht, schwerer noch bei einer Temperatur von höchstens einigen wenigen Graden Celsius über 0 sich vollziehend vorstellen. Wallich meint, man brauche kein ‚Ausnahmegesetz‘ zu Hilfe zu rufen, im Gegenteil, der beste Beweis dafür, daß diese betr. Organismen mit der Fähigkeit ausgestattet seien, unorganische Elemente für ihre eigene Ernährung umzusetzen, beruhe auf dem Dasein der nicht wegzustreitenden Fähigkeit, die sie besitzen, kohlenfauren Kalk und Kiesel aus Wässern abzuscheiden, in denen sich diese Substanzen in gelöster Form befinden. Wenn ich auch die von Wallich behauptete Möglichkeit der Überführung anorganischer Materie in organische durch irgend ein Lebewesen, das nicht Pflanze zu sein braucht, auf dem Boden des Meeres zugeben will, so scheint mir doch der hierfür aus der Bildung von Kalk- und Kieselskeletten abstrahierte Beweis wenig kräftig, denn alle diese mineralischen Gewebselemente sind immer an eine organische Grundlage gebunden, so gut wie der Kalk in unseren Knochen oder in den Schalen der Austern, und sie werden dort so gut, wie bei uns mit der Nahrung aufgenommen und durch den Assimilationsprozeß aus organischer Materie, in der sie in gelöstem Zustande vorhanden waren, erst ausgeschieden.

Mir scheint aber auch die von Wallich befürwortete Annahme solcher, doch immerhin recht hypothetischer Lebewesen, um die Ernährung der Tiefseetiere zu erklären, durchaus nicht nötig, die von Wyville Thomson dagegen geführte Argumentation aber recht beachtenswert.

Den Meeren werden ungeheure Mengen, entweder auf dem Lande entstandener oder in der See selbst durch Pflanzen oberflächlich gebildeter organischer Substanzen zugeführt. Die Themse führt der Nordsee täglich 5443200 Raummeter Wasser zu, in welchem bei Lambath (London S.) auf je 10000 Teile Wasser gegen 0370 Teile organische Substanz sich finden. Nehmen wir an, das Verhältniß bliebe bis zur Mündung des Flusses daselbe, so würden täglich über 200 Raummeter organischer Substanz allein von der Themse in das Meer eingeschwemmt. Der Amazonasstrom bringt durchschnittlich täglich eine 1111 mal größere Wassermenge in den atlantischen Ozean als die Themse. Nehmen wir an, seine organischen Beimengungen seien nicht bedeutender als die des englischen Flusses, obwohl er meist durch Urwälder voll pflanzlichen und tierischen Lebens strömt und selbst in sich die reichste Süßwasserfauna und Flora der Welt besitzt, so würden sich doch Tag für Tag 222,200 Raummeter organischer Substanz ergeben. Aus diesen Zahlen kann man sich einen schwachen Begriff von dem machen, was die Flüsse zur Ernährung der Tierwelt des Meeres beitragen. Eine andere Futterquelle sind die riesenhaften Algenmassen an den untiefen Küsten und in den Sargassomeeren, wo sie stellenweise so enorm sind, daß sie die Fahrt der Schiffe, selbst der Dampfer verzögern können, dabei dehnt sich allein das Sargassomeer im atlantischen Ozean über mehr als 4 Millionen Quadratkilom. aus. Viele dieser Pflanzen wachsen schnell und haben relativ kurze Vegetationsperioden, so daß ihre organische Substanz der Tierwelt des Meeres bald zu gute kommt. Ein gut Teil der im Seewasser suspendierten verwesenden Reste der an Ort und Stelle gewachsenen Algen oder der von Flüssen importierten Organismen und Teile von Organismen, zu denen noch die Leichen und der Kot unendlich zahlreicher am und im Meere lebender Geschöpfe, vom Säugetier und Vogel bis zum Protozoon hinzukommen, mag äußerst langsam zu Boden sinken. Nach Moseley braucht eine tote Salpe vier Tage um zu einer Tiefe von 2000 Faden zu gelangen, und je winziger die abgestorbenen Organismen und ihre Reste sind, desto länger werden sie im Wasser schwebend bleiben, bevor sie den Boden erreichen. Carl Brandt beobachtete, daß die Skelette gewisser Radiolarien selbst in einem Glase

mehrere Tage, ja Wochen in der Schwebe blieben wegen des Reibungswiderstandes, den die zahllosen feinen Kiefelfäden dem Wasser entgegensetzen. Ein anderer Teil feinsten Substanz gerät in die vertikale Strömung, wird oberflächlich polwärts und in der Tiefe wieder äquatorwärts getrieben, oder wird von anderen Strömungen an weit von seiner Ursprungsstätte oder von den Mündungen der Ströme entlegene Stellen getragen.

Aber auch die zahllosen winzigen Pflänzchen, die Diatomeen, Dinoflagellaten und besonders die Ceratien bilden nach den neuen Untersuchungen von Hensen in Kiel einen bedeutenden Prozentsatz des von ihm „Plankton“ genannten Auftriebs des Meeres, d. h. jener winzigen Organismen, die ohne eignen Willen ein Spiel der Wellen und des Windes sind. Nach der Berechnung dieses Forschers wird jährlich auf einem Quadratmeter Oberfläche 150 g organischer Substanz, und 130 g davon allein durch die Ceratien aus anorganischer Materie gebildet. Ungeheure Quantitäten dieser Geschöpfe selbst oder des durch sie bereiteten organischen Stoffs mag in Gestalt von allerlei kleinen, lebenden und toten Tieren den hungrigen Geschöpfen der Tiefe zu gute kommen, zunächst den Protozoen, den Seeschwämmen, Muscheln, Seeigeln und Seewalzen, welche von dem feinen im Wasser suspendierten oder mit dem Sande und Schlamme des Bodens vermischten pflanzlichen und tierischen Detritus sich ernähren. Sie wieder sind die Nahrung höherer Tiere und so ist die Kette des Stoffwechsels von „Plankton“ bis zum Wirbeltiere gliedweise gebildet.

Zu interessanten Resultaten und bemerkenswerten Schlußfolgerungen ist Chun bei seinen Untersuchungen über die bathymetrische Verbreitung der Tiere im mittelländischen Meere gekommen, die aber doch wohl nicht so ohne weiteres auch in Beziehung auf die in den offenen Ozeanen stattfindenden Verhältnisse verallgemeinert werden dürfen. Denn die Existenzbedingungen im Mittelmeere sind wesentlich andere als etwa im atlantischen Ozean. Zunächst ist die Temperatur dort in allen Wasserschichten unterhalb 550 Meter bis zum Boden konstant 13° C., da eine sehr hohe Barriere in der Straße von Gibraltar den kalten Grundwassern des atlantischen Ozeans den Eintritt ostwärts verwehrt. Auch die Verteilung des Sauer-

stoffs wird demzufolge eine andere sein, da ja Vertikalströmungen in diesem abgeschlossenen Binnenmeere entweder ganz fehlen oder, falls eine oberflächliche Abkühlung stellenweise im Norden durch eintretende Flüsse u. s. w. stattfinden sollte, doch nur sehr geringfügig sein werden. Unter solchen Umständen dürfte der Sauerstoffgehalt von der Oberfläche zum Boden im Mittelmeer sehr langsam abnehmen, mit andern Worten, es fehlt hier die stagnierende Zwischenschicht der großen offenen Ozeane, die bis zu einem gewissen Grade das Vordringen oberflächlich lebender Tiere in die großen Tiefen erschweren, wenn nicht verhindern kann. Es ist nicht überraschend, daß im Mittelmeere Tierformen, welche bei 150 Meter leben, auch noch bei zehnmal größeren Tiefen gedeihen können, — abgesehen vom Tageslicht, das sie aber doch an der Oberfläche während der Nachtzeit auch entbehren müssen, fehlt ihnen keine ihrer gewöhnlichen Lebensbedingungen.

Chun konstatiert, daß im Sommer im Mittelmeere unter 1000 Meter neben einer typischen Tiefseefauna auch noch eine reiche andere sich findet, die, im Winter und Frühling heraufsteigend, zur pelagischen wird. Es tritt also auch bei den Meeresgeschöpfen im großen eine teilweise, nach den Jahreszeiten sich richtende, aber vertikale Wanderung auf, sowie in Lappland die Rentiere und in Südamerika eine ganze Reihe von Vögeln im Sommer in umgekehrter Richtung die kühleren Bergregionen auffuchen. Eine analoge Oscillation nach den Tageszeiten hatte man schon früher bei pelagischen Geschöpfen beobachtet, die nur des Nachts heraufkamen, bei Tage aber in tiefere Wasserschichten flüchteten. Man hatte dieses Verhalten der betreffenden Tiere aus ihrer Lichtscheu hergeleitet und namentlich darauf aufmerksam gemacht, daß auch bei sehr hellen Vollmondsnächten das pelagische Leben beträchtlich geringer sei als in mondlosen, aber Chun weist zur Erklärung dieser Thatfachen auf die Temperaturunterschiede hin. Für die Temperaturveränderungen des oberflächlichen Meereswassers nach den Jahreszeiten habe ich eine Reihe genauerer Angaben gefunden, aber für diejenigen nach den Tageszeiten habe ich mich vergeblich nach sorgfältig durchgeführten Untersuchungen umgesehen. Es unterliegt ja nun keinem Zweifel, daß durch die Existenz einer solchen zeitweiligen pelagisch-

bathybischen Zwischenfauna die Frage nach der Ernährung der Tieffee-tiere wenigstens im Mittelmeere um, wie Chun sich ausdrückt, eine Etage höher gerückt ist. Und vielleicht gelangen pflanzliche winzige Organismen in die oberen Teile dieser Etage noch in sehr großen Mengen, so daß in ihnen die Übermittlung des von Pflanzen aus anorganischer Materie gewonnenen organischen Stoffes stattfindet, von hier ab aber von Tier zu Tier bis auf die tiefsten Tiefen des Meeresbodens. Leider fehlen noch genaue Untersuchungen über diese Verhältnisse in den freien Ozeanen, die ja, wie gesagt, andere Lebensbedingungen bieten, als das eingeschlossene Mittelmeer!

Eins ist gewiß, wie auch die Ernährung der Meeresfauna in vielen Stücken sich vollzieht, das Resultat ist ein so glänzendes, daß die Landfauna ihr gegenüber quantitativ und qualitativ dürftig erscheint. Diese kann keine sessilen Tiere enthalten, die als Schwämme, Moostiere, Hydroidpolypen, namentlich aber als Korallen einen so großartigen Teil der Tierwelt des Wassers ausmachen. Weiter giebt es kein Landcoelenterat, kein Landechinoderm, keine zweischalige Landmuschel, kein Landtunikat, keinen Landfisch und die Zahl der Landwürmer und Landkrebse ist verschwindend gering gegen die des Meeres. In der Zahl der Schnecken mag sich die Land- und Seefauna die Wage halten, an Spinnentieren, Insekten und höhern Wirbeltieren ist die des Landes unvergleichlich viel großartiger entwickelt.

Drittes Kapitel.

Herkunft und Verbreitung der Tieffeeetiere.

Woher stammt die Tieffeeefauna? Ist sie drunten auf dem Meeresboden durch einen selbständigen Entwicklungsprozeß unabhängig von der Fauna des untiefen Wassers entstanden oder ist sie aus dieser durch Umbildung hervorgegangen?

Der Ursprung des Lebens ist pelagisch. Er fand auf der Oberfläche des Meeres statt und zwar bevor sich „das Wasser unter dem Himmel

an besondere Örter gesammelt hatte, damit man das Trockene sehe“, wie es in der Genesis heißt: einst als der feste Teil der Erde noch eine ziemlich gleichmäßige sphärische Fläche bildete, war alles Wasser, die ganze Hydrosphäre ihr als ein gleichmäßiger Mantel aufgelagert. Nachdem die Trennung der Hydrosphäre und der Atmosphäre sich schon vollzogen hatte, wird das Meer doch noch lange Zeit eine zu hohe Temperatur gehabt haben, als daß sich selbst schon auf seiner Oberfläche Organismen bilden konnten, erst mit der fortschreitenden Erkaltung des ganzen Erdkörpers war dies möglich. Diese Erkaltung bedingte aber auch Veränderungen der Oberfläche der festen Erde, des Niveaus der Stereosphäre. Ihr Antlitz wurde runzlig und damit trat zunächst eine Sonderung des Meeres in tiefere über den durch die Erdzusammenziehung gebildeten Thälern und flachere über den Höhen stehende Teile ein. Noch gab es kein aus dem Wasser hervorragendes festes Land. Die Erkaltung schritt weiter und weiter fort, die Höhenzüge vermehrten und erhöhten sich, vulkanische Erscheinungen traten hinzu, die Tiefe der Hydrosphäre im ganzen nahm ab, denn auch ihre Wasser wurden kalter und zogen sich zusammen. So kam es zur Scheidung von kleinen Kontinenten, Archipelen, flachen Meeresstellen und Tieffee, so wurden neue Existenzbedingungen der bereits vorhandenen, noch wenig differenzierten Organismenwelt geboten, an welche sie sich anzupassen hatte.

Jetzt erst konnten feststehende Lebewesen sich bilden und wahrscheinlich gelangte damit das Pflanzenreich, das schon vorher von den ersten Urtieren, welche anorganische Materie nicht mehr zu assimilieren vermochten, aus dem gemeinsamen Protistenstamme sich abgezweigt hatte, aus dem einzelligen Zustande pelagischer Algen zu dem der mehrzelligen festgewachsenen höheren Formen. Damit wird der allgemeine Stoffwechsel einen großartigen, energischen Aufschwung genommen und das marine Tierleben wird sich an der Küste bald reicher und immer reicher entfaltet haben, so reich selbst, daß die geeignetesten Wohnstätten bald nicht mehr auslangt haben werden und um sie ein eifriger Wettbewerb stattfand.

Veranlaßt durch diesen und verdrängt durch kräftigere Konkurrenten

werden die Küstentiere gezwungen gewesen sein, nach beiden Rändern der alten Heimat hin auszuweichen, an ihren beiden Seiten das Aufenthaltsgebiet zu vergrößern, die einen, nach außen verdrängt, suchten die Tiefe, die andern, nach innen geschoben, stiegen auf das junge Festland, — aus der ursprünglichen Küstenfauna und Küstenflora entwickelte sich eine Landfauna sowohl wie eine Landflora, während den Pflanzen, die ohne Sonnenlicht nicht assimilieren können, die Tieffee verschlossen blieb.

Da aber die organischen Stoff aus anorganischem bereitende Pflanzenwelt nicht mit in die Tieffee steigen kann, so setzt die Gegenwart der Tierwelt in dieser schon einen sehr lebhaften oberflächlich unter Einfluß des Sonnenlichts vor sich gehenden Stoffwechsel voraus, durch ihn muß doch das Tieffeeleben erhalten werden und dieses kann nicht existieren, wenn nicht jener eine in jeder Hinsicht bedeutende Ausdehnung gewonnen hat. Die Tieffee fauna ist nicht die älteste Fauna, sie ist jünger als die Fauna der Küsten, vielleicht sogar als die des Landes.

Als der gelehrten Welt vor ungefähr dreißig Jahren die ersten Ahnungen der Existenz einer Tieffee fauna heraufdämmerten, gab man sich allerlei Hoffnungen hin, in ihr lebende Vertreter längst entschwundener Tiergruppen, Ganoidfische, Belemniten (obgleich diese ihrem ganzen Bau nach eher pelagisch lebende Geschöpfe gewesen sein mögen!), Trilobiten, Blastoideen, Cythoideen und andere mehr zu finden. Denn man dachte sich die Verhältnisse da drunten zu konservativ und vergaß darüber, daß wirklich sehr alte Formen sich auch im flachen, manche selbst in sehr flachem Wasser in die Jetztwelt seit uralter Zeit hinüberzuretten gewußt haben. Die ehrwürdige Zungenmuschel (*Lingula*), deren Ahnen schon in dem cambrischen Meere, vielleicht Millionen von Jahren, ehe die später einst die Steinkohlen bildenden Pflanzen wuchsen, ein beschaulich-vornehmes Dasein führten, — der Nautilus von blauem Blute, der seinen Stammbaum bis in die Silurformation, — der seltsame Molukkenkrebs, der den seinigen wenigstens bis in die Devonformation verfolgen kann, sie alle leben nicht in der tiefsten Tieffee und die wenigen lebenden Ganoidfische sind sogar ausschließliche oder teilweise Bewohner des süßen Wassers.

Damit soll nicht gesagt sein, daß die Tiefsee keine altertümlichen Formen berge, gewiß thut sie das, aber nicht mehr als die Küsten- und selbst die Landfauna. Das Holz unserer Wälder zernagen heutigen Tages noch Larven von Käferfamilien und die Kräuter unserer Gärten zerfressen zur Zeit noch Molluskenformen, deren diesen Enkelkindern sehr ähnliche Ahnen schon an der reichgedeckten Tafel der Steinkohlenzeit zu Gaste gingen.

Eine jede Fauna besteht aus verschiedenen Elementen: wie in der menschlichen Gesellschaft haust neben dem Nachkömmling eines uralten Geschlechts der Parvenu, der Mann von heute, — denn wie in der menschlichen Gesellschaft, giebt es auch in jeder Fauna Wesen, die eher zu Grunde gehen, (und viele gehen und gingen daran zu Grunde!), ehe sie den neuen Zeitverhältnissen Rechnung tragen und den neuen Umständen sich anpassen, aber auf der andern Seite auch solche, die äußerst schmiegsam sich in alle Lebenslagen schickend durch alle sich leicht auch körperlich beeinflussen lassen. Wir können auch sagen, die einen sind so günstig organisiert und situiert, daß sie in allen Sätteln von vornherein gerecht sind und sich ihnen nicht anzubequemen brauchen, die andern aber besitzen diese Fähigkeit in hohem Grade, — Familien, denen beides nicht möglich, gehen in relativ kurzer Zeit unfehlbar zu Grunde.

Wenn wir die Zusammensetzung der Tiefseefauna einmal auf das relative Alter der einzelnen sie bildenden Tiergruppen hin ansehen, so werden wir eine merkwürdige Beobachtung machen. Alle Meerestiere besitzen die Fähigkeit freier Ortsbewegung; aber in sehr verschiedenem Grade und während sehr verschieden langen Zeiten ihres Daseins. Die einen vermögen während ihres ganzen Lebens bald rascher bald langsamer (Fische, die meisten Krebse und Mollusken) ihren Aufenthaltsort freiwillig zu verändern, andere (Polypen, Schwämme, festitzende Echinodermen, Krebse, Mollusken und Tunikaten) vermögen dies nur in der Jugend. Es ist nun vielleicht ein Zufall, daß die altertümlichsten Formen (Haarsterne oder Seelilien, Hexaktinelliden und Terebrateln) der Tiefseefauna festitzende sind, die neueren, aber doch noch lange nicht neuesten Datums sich langsam bewegen (Mollusken, Seeigel) und

die neuesten Formen durchschnittlich auch die schnellsten sind (Fische, Krebse).

Unsere Kenntnisse von der vertikalen und horizontalen Verbreitung der Organismen im Meere sind, wie nicht anders zu erwarten, noch lange nicht erschöpfend.

Der Forscher, welcher der Betrachtung der Verbreitung der Tiere im Meer in beiderlei Richtung zuerst näher trat, war der öfter bereits erwähnte Edward Forbes (von 1815—1854), eine geniale und originelle Persönlichkeit.

In seiner köstlichen, nach seinem Tode von Godwin-Austen (1859) vollendeten „Naturgeschichte der europäischen Meere“, teilt er das Meer in vier von oben aufeinander folgende Schichten, Zonen oder Horizonte. Die erste oberste ist die littorale Zone, jener Küstenstrich, welcher zwischen den Grenzen höchster Flut und tiefster Ebbe gelegen, zeitweilig nicht vom Wasser bedeckt ist. Diese Zone ist reich an charakteristischen Algenformen, welche in verschiedenen überwiegenden Arten gleichsam zonenartig angeordnet sind. Die hier haufenden Tiere sind nicht reich an Arten, aber wohl an Individuen. Hier haufen Spezies von Krabben, Amphipoden (*Gammarus*, *Talitrus*), Asseln (*Ligium*, *Ligidium*), von feststehenden Seepocken (*Balanidae*) u. s. w., die frei beweglichen Formen unter ihnen haben nahe, das Land und süße Wasser bewohnende Verwandte. Außerdem finden sich hier eine Reihe von Uferschnecken, (*Chiton*, *Patella*, *Purpura*, *Littorina*) und wenige Muscheln (*Mytilus*) und einige im Sande eingegrabene Würmer (an unseren Küsten, z. B. der Pier, *Arenicola piscatorum*).

Die zweite Zone von Forbes, nach einer Algengattung *Laminaria* (aus der Familie der Phanophoreen) die Laminarien-Zone genannt, reicht vom tiefsten Stand der Ebbe bis zu einer Tiefe von zirka 15 Faden. In ihr finden sich braune Fucaceen und zahlreiche Florideen, die sich gleichfalls bandweise nach Arten anordnen. Hier treffen wir die Seenadeln und Seepferdchen (*Syngnathus* und *Hippocampus*) an, sowie zahlreiche, Gehäuse tragende und nackte Schnecken, viele langschwänzige Krebsformen, Garneelen und dergl., Seesterne und Schlangensterne und viele andere mehr. Die Algenblätter selbst sind oft besetzt

mit Kalkschwämmen, Polypenstöckchen, kleinen Seeanemonen, Moostierchen und den Röhren schalenbildender Ringelwürmer. Es herrscht ein reges Leben und viel Farbe, sei es, daß die Tiere, in oft wundervoller Art schützend gefärbt, von den Pflanzen, auf und zwischen denen sie leben, kaum zu unterscheiden sind, oder daß ungenießbare, gefährlich bewaffnete oder giftige Formen in grellem Kolorite prangen. Es giebt weit draußen in den großen Meeren entsprechende Faunen: jene sind es, welche die ungeheueren Algenwiesen der Sargassomeere bevölkern.

Die Verhältnisse dieser beiden Küstenzonen gestalten sich natürlich nach den verschiedenen Meeren und der Beschaffenheit ihrer Ufer sehr verschieden. Es ist ein großer Unterschied zwischen den felsigen Schären Norwegens und der flachen Sandküste Hollands, zwischen dem Strande Nordamerikas bei Neuschottland etwa oder Neubraunschweig, wo die Gezeitendifferenz 19 m, und dem Neapels, wo sie nur 0,5 im Maximum beträgt.

Die dritte Forbes'sche Zone ist die Korallineen-Zone, nach den Korallineen, einer Kalkalgen- oder Nulliporengruppe, so benannt. Sie reicht bis zu 50 Faden Tiefe und ist die Heimstätte einer sehr reichen Tierwelt, bei denen Schutz- und Schreckfärbungen, verschiedene Verteilung der Farben nach Ober- und Unterseite, sowie wohl entwickelte Sehorgane noch sehr allgemein verbreitet sind, entsprechend den hier noch herrschenden Beleuchtungsverhältnissen. Hier finden sich die zahlreichen Grundfische, an unseren Küsten z. B. die Seeteufel, Schollen, Flundern, Rochen, meist wundervoll dem umgebenden Boden in der Farbe angepaßt, — hier gedeihen zahlreiche, in den Tropen besonders schön gefärbte Mollusken, Krabben, Echinodermen, — hier ersetzen verschiedenartige Polypen in der äußern Gestalt die zurücktretende Pflanzenwelt, — hier mästen sich die zahlreichsten, bunten Hornschwämme und mit einaxigen Nadeln versehenen Kiefelschwämme, — selbst wieder die Verstecke und Wohnstätten einer nicht geringen Menge von Ringelwürmern, Krebsen und anderen schwachen und schutzbedürftigen niederen Seetieren.

Die vierte Zone, welche Forbes annahm, erstreckt sich von 50 Faden bis in die unbekannten Tiefen. „Wenn wir“, sagt der ausge-

zeichnete Forscher „tiefer und tiefer in diese Region hinabsteigen, so erscheinen ihre Bewohner mehr und mehr eigenartig und werden weniger und weniger, — Beweis genug, daß wir uns jenen abyssischen Gründen nähern, wo alles Leben entweder aufgehört hat oder nur ein schwaches Aufflackern fein kümmerliches Dasein verrät.“

Forbes führt nun weiter aus, daß ähnliche Verhältnisse, wie an den europäischen Küsten, sich an allen andern wiederholen, daß überall analoge oder „vikarierende“ Tierarten sich in den entsprechenden Zonen finden, so daß es möglich ist von einer an irgend einem Teile der Erde gemachten Sammlung von Seetieren zu sagen, aus welcher Tiefe sie ungefähr stammt.

Wir urteilen an der Hand unserer, so ungleich größeren Erfahrung jetzt anders, als vor einigen dreißig Jahren der englische Zoologe urteilen konnte. Für die mehr oberflächliche Fauna mag die Einteilung von Forbes im allgemeinen auch heute noch gelten, aber doch nur im allgemeinen, denn wir sehen z. B., daß da, wo an den Küsten der Kontinente oder den Gestaden der Inseln Korallenbänke sich befinden, die Laminarien- und Korallineenzone durch eine echte Korallenzone vertreten wird, die eine höchst charakteristische Tierwelt besitzt. Was aber die Art des Vorkommens von Lebewesen in größeren Tiefen angeht, so war die Ansicht von Forbes eine mehr oder weniger irrige, — wer aber möchte ihm daraus einen Vorwurf machen? *Ultra posse nemo obligatur*! Angesichts der Unmöglichkeit hört eben die Verpflichtung auf!

Jene neueren Erfahrungen nötigen uns zunächst für das offene, tiefe Meer drei Zonen anzunehmen, welche Haeckel speziell von den Verbreitungsverhältnissen der Strahlige (Radiolaria) ausgehend als die pelagische, zonarische und abyssische bezeichnet. An einer andern Stelle seiner herrlichen Bearbeitung der Challenger-Radiolarien unterscheidet Haeckel für das allgemeine Tierleben fünf bathymetrische Zonen, 1) die pelagische, von der Oberfläche bis gegen 25 Faden, 2) die erleuchtete Zone von 25 bis 150 Faden oder soweit der Einfluß des Sonnenlichts sich bemerklich macht, 3) die dunkle Zone von 150 bis 2000 Faden, oder von da ab, wo der Einfluß des Tageslichts ver-

schwindet bis dahin, wo der Einfluß der im Seewasser enthaltenen Kohlenfäure sich bemerklich macht und die kalkhaltigen Organismen verdrängt werden, 4) die Kieselzone von 2000 oder 2500 bis gegen 3000 Faden, in welcher lediglich kiefelschalige Rhizopoden angetroffen werden, die eigenartigen Verhältnisse der tiefsten Regionen sich aber noch nicht geltend machen und 5) die abyssische Zone, in der die Anhäufungen des Tiefseeabfatzes und der Einfluß der Grundströmungen neue Lebensbedingungen schaffen. Die dunkle Zone scheint am ärmsten an organischem Leben zu sein. Man könnte auch, allgemeinere Thatfachen in Betracht ziehend, von einer anozoischen, aporozoischen und bathyzoischen Vertikalregion des offenen Meeres reden. Die erste (von ἄνω — oben und ζῶον — lebendig) würde aus der nach den Tageszeiten verschiedentlich steigenden und sinkenden, pelagischen Fauna bis ungefähr 50 Faden, und einer hypopelagischen (ὑπό — unten) bis gegen 300 Faden bestehen. Die zweite (von ἄπορος — dürftig, wenig) würde von hier bis in die Nähe des Bodens, also nach der Tiefe der betreffenden Meeresstelle verschieden weit reichen; sie ist die früher bereits erwähnte, sauerstoffarme, stagnierende, der vertikalen Strömung entzogene Schicht. Die dritte (von βαθύς — tief) Zone ist die der eigentlichen Tiefsee und reicht von dem Meeresboden bis vielleicht 300 Faden, soweit die Bodenbewegung der vertikalen Strömung sich kenntlich macht, oberhalb desselben. Es muß bei dieser Einteilung freilich darauf hingewiesen werden, daß unsere Kenntnisse besonders der aporozoischen Zone noch sehr lückenhaft sind, und daß möglicherweise in ihr doch eine eigenartige, ziemlich reiche Fauna, vielleicht mit geringerem Sauerstoffbedürfnis entwickelt sein kann. Die Mehrzahl der in diesen drei Regionen sich aufhaltenden Tiere zeigt entsprechende charakteristische Eigentümlichkeiten: so sind die der anozoischen, namentlich des pelagischen Teiles derselben meist durchsichtig farblos bis blau und, wenn es höhere Formen sind, mit guten Bewegungsorganen ausgestattet. In ihr finden sich auch die entsprechend angepaßten Eier und Jugendformen nicht weniger, in voll entwickeltem Zustande den andern Zonen angehöriger Geschöpfe. Die zweite Schicht enthält, soweit sie bekannt ist, Tiere mit wenig charakteristischen Eigenschaften. Die Be-

wohner der dritten Zone zeichnen sich aus durch Einfarbigkeit, durch Blindheit oder durch den Besitz großer Augen (wenn es sich um die Tiefsee-Repräsentanten mit Sehorganen überhaupt versehener Familien handelt), durch schwach entwickelte Bewegungsapparate und, wenn sie zu Gruppen sessiler Tiere gehören, die in größerer Nähe der Oberfläche mannigfach asymmetrisch verzogene und verschobene Gestalten besitzen, durch regelmäßige Körperformen.

Anders gestalten sich natürlich die Verhältnisse, wenn wir uns, wie Forbes das that, der Tiefe des Meeres, von den Küsten her auf dem Boden stetig fortschreitend, nähern. Wir sehen dann, wie ein Teil der Küstenfauna mit dem Aufhören der Pflanzenwelt, an deren Vorhandensein sie als pflanzenfressend oder pflanzenbewohnend unmittelbar gebunden ist, verschwindet, also eine ziemlich scharf abgeschnittene Grenze zwischen 150—200 Faden erreicht. Aber ein anderer Teil, die Bodenformen nämlich, geht langsam und ganz allmählich in die Tiefseefauna über: die Gestalten der Küstenfauna werden mit fortschreitender Tiefe feltener und feltener und die der Tiefseefauna häufiger und häufiger, wo aber die Grenze zwischen beiden Faunen ist, läßt sich nicht sagen, um so weniger, als gewisse, allerdings nicht zahlreiche Formen, alle Meerestiefen bewohnen. Moseley hat darauf aufmerksam gemacht, daß die abyssischen Meeresgründe in größerer Nähe der Küsten reicher an Zahl der Gattungen und Mannigfaltigkeit der Arten von Tieren sind als jene im Ozean draußen, weit von allem Lande entfernt gelegenen. Leicht begreiflich! — der Einwanderung oberflächlicher Formen ist dort weit mehr Gelegenheit geboten als hier und es scheint auch, daß in küstennahen Tiefen wirklich die moderneren Tiefseetiere neben den altertümlichen haufen, während die isolierten Gefilde am Boden des hohen Ozeans mehr für diese letzteren ausschließlich reserviert erscheinen.

Auch die horizontale Verbreitung der Tiefseetiere, welche freilich oft mit einer entsprechenden vertikalen unmittelbar verbunden ist, zeigt mancherlei Interessantes. Viele sind, zufolge der großen Einförmigkeit der Existenzbedingungen kosmopolitisch verbreitet und der Unterschied zwischen der Fauna der arktischen, tropischen und antarktischen Tiefsee ist in vielen Punkten nur gering. Andererseits sehen wir aber, wie jene

abyssischen Geschöpfe sich in ihrer Verteilung, ähnlich wie die der anzoischen Zone nach den warmen und kalten Oberflächenströmungen, nach der Temperatur der Bodengewässer richten. Die Forscher auf dem Porcupine fanden, wie früher schon gesagt, in dem nordatlantischen Ozean, entsprechend der Verteilung der warmen und kalten Stellen auf seinem Grunde, wesentlich verschiedene Faunenbezirke nebeneinander und es ist nach den weiter oben entwickelten Verhältnissen der Temperaturverteilung im atlantischen Ozean klar, daß die Tierwelt am Boden des Meeres an der Ostküste von Südamerika bei einer Temperatur von $-0,3^{\circ}\text{C}$. in vielen Stücken eine andere sein wird als die an der Westküste Afrikas bei $+3^{\circ}\text{C}$.

Ganz ähnlich, wie Pflanzen und Tiere, welche im Norden die Ebene bewohnen, nach Süden zu höher und höher in die Gebirge hinaufsteigen und dort die ihnen zufagenden Existenzbedingungen, namentlich Temperaturverhältnisse wiederfinden, folgen auch Geschöpfe, welche die arktischen und antarktischen Meere in allen Schichten bewohnen, den mehr und mehr sich in die Tiefe senkenden kalten Gewässern äquatorwärts, so daß wir unter den Tropen bei 3000 Faden dieselben Arten, oder nur wenig veränderte Verwandte derselben antreffen, die in den kalten Meeren vielleicht bei 300 und weniger Faden gedeihen.

Auf eine merkwürdige Thatfache mag hier vorläufig noch hingewiesen werden. In den warmen tropischen, den gemäßigten und den arktischen Meeren entwickeln sich die meisten Echinodermen mit einer sehr eigentümlichen Metamorphose; aus ihren Eiern gehen zunächst Geschöpfchen von mancherlei, oft abenteuerlichen und denen der Eltern nichts weniger als ähnlichen Gestalten hervor, die mittels eigentümlich verteilter Wimper Schnüre frei umherschwimmen und in dem pelagischen Auftrieb in ungeheuern Mengen sich herumtummeln. Es ist als eine große Ausnahme anzusehen, wenn in den erwähnten Breiten einmal eine Echinodermenart ihr gleich oder ähnlich gestaltete lebende Junge zur Welt bringt. Ganz anders verhält es sich nach den Beobachtungen sowohl Studers während der Reise der Gazelle als Wyville Thomsons mit der Entwicklung der antarktischen Echinodermen: was bei jenen tropischen und nördlichen große Ausnahme war, ist Regel,

und was dort Regel war, große Ausnahme. Im antarktischen Auftriebe fehlen die phantastischen Larvenformen fast ganz, aber Seewalzen, Seesterne, Schlangensterne und Seeigel bringen lebendige Junge zur Welt und mehr noch, sie haben häufig, wie die Beutler unter den Säugetieren, besondere Taschen und Höhlungen am Körper, welche der Nachkommenschaft in der ersten Zeit als Wohnort, als Wiege dienen.

Was die Ursache dieser feltamen Erscheinung ist, läßt sich schwer sagen, — vielleicht wird das lokale Strömungsverhältnis die wesentliche Schuld daran tragen.

Viertes Kapitel.

Die Urtiere oder Protozoën des Meeres.

Die ungeheuer zahlreichen Tierformen, welche seit einem undenkbar langen Zeitraume die Erde auf dem Lande und im süßen oder salzigen Wasser freilebend oder an und auf andern Geschöpfen parasitisch haufend bevölkert haben und heutigen Tages noch bevölkern, sind entweder Protozoën oder Metazoën.

Unter Protozoën, Urtieren oder Einzelltieren verstehen wir Organismen einfachster, ursprünglicher Art*), deren Leib aus einer Zelle besteht, welche in soweit differenziert erscheint, daß die bildende eiweißartige Masse, das Protoplasma oder die Sarkode, eine oberflächliche, hellere Schicht besitzt, welche oft Hüllen (Cuticularbildungen) in verschiedener Ausdehnung (von der Zellwand bis zum Skelett), von verschiedener Architektur und aus verschiedenem Stoffe (Horn, Kalk, Kiesel) ausscheidet, während die Binnenmasse durch eingestreute kleine Körnchen trübe und mit oft rhythmisch zusammenziehbaren, mit Flüssigkeit gefüllten Hohlräumen (sogenannten Vakuolen) von verschiedener Zahl und Ausdehnung versehen ist.

Die Metazoën oder Mehrzelltiere sind ihrer ursprünglichen Ent-

*) Manche sind vielleicht indessen durch Rückbildung aus Metazoën entstanden, also nicht ursprünglich, sondern sekundär einfach! (Gregarinen?)

stehung nach als Kolonien von Protozoën, hervorgegangen aus Teilung bei fehlender Lösung der Teilstücke, anzusehen. Infolge von Arbeitsteilung entfielen auf verschiedene Zellkomplexe ihres Leibes verschiedene Leistungen, je nach der mittelbareren oder unmittelbareren, durch die Lage bedingten Reaktion auf Einflüsse der Außenwelt, wodurch diese Zellkomplexe mit der verschiedenen physiologischen Funktion auch einen verschiedenen anatomischen Bau erhielten. So entstanden in den ursprünglich gleichartigen Zellmassen, unterstützt von einer durch Faltenbildung und Einstülpung hervorgebrachten Vermehrung der Oberfläche, die verschiedenartigen Gewebe, die sich auf verschiedene Regionen des Körpers verteilten und so die Organe bildeten. Die Metazoën sind Organismen mit, die Protozoën Organismen ohne Organe.

Die Protozoën zerfallen weiter in zwei Klassen: in die von Leeuwenhoek (1675) aufgefundenen Aufgußlinge (Infusoria) und in die Scheinfußlinge (Rhizopoda). Da die erstern, bis jetzt wenigstens, aus der Tiefsee noch nicht bekannt sind, uns folglich hier auch nicht weiter interessieren können, wollen wir uns gleich den Rhizopoden zuwenden.

Bei den Rhizopoden ist die äußere Umhüllungshaut entweder außerordentlich fein und nachgiebig, sodaß sie nicht wahrnehmbar ist, obgleich wahrscheinlich doch wohl die äußerste Oberfläche des Sarcodelibs etwas eigenartig differenziert fein wird, oder aber die Kutikularbildung hebt sich teilweise von der Körperwand ab und stellt eine an eine organische Grundlage gebundene Kiesel- oder Kalkschale, oder eine, oft durch eingelagerte Fremdkörper verstärkte Hornhülle dar. Bei manchen kommt es auch noch im Innern des Körpers zur Bildung kieseliger Gerüstteile oder charakteristischer Krytalloide. Ihr Körper entsendet eigentümliche Fortsätze (die Pseudopodien oder Scheinfüßchen) von der Gestalt derber, lappiger, kurzer bis feinsten, haarförmiger langer Fortsätze, welche die Bewegung und Respiration und, indem sie Nahrungsobjekte umfließen und gewissermaßen ausaugen, auch die Ernährung vermitteln. Wo Schalen vorhanden sind, treten die Scheinfüßchen aus Öffnungen derselben nach außen.

In der Tiefsee wurden bis jetzt Vertreter von zwei Ordnungen von

Rhizopoden, nämlich der Kammerlinge (Thalamophora oder Foraminifera) und der Strahllinge (Radiolaria) aufgefunden.

Die Kammerlinge haben einen meist mit mehreren Kernen versehenen Protoplasmaleib von wasserheller, aber auch (bei pelagischen Formen) hellroter, purpurner, orangener, gelber, bei einigen Tiefseeformen selbst bräunlicher Farbe. Sie entwickeln sehr lange und zarte Scheinfüßchen,

welche an etwaigen Berührungsstellen miteinander verschmelzen und so ein eigentümliches Netzwerk darstellen können. Immer besitzen sie eine äußere glatte, gerippte, warzige bis flachliche Schale, welche aus Kalk und Hornsubstanz, selten aus Kiesel besteht und bei manchen Formen eine beträchtliche Verstärkung durch aufgenommene Fremdkörper, Sandpartikelchen, Schwammnadeln und anderen Detritus des Meeresbodens erhält.

Immer ist diese Schale mit Löchern versehen. Sie stellt entweder eine einzige Kammer dar, oder besteht aus einer ganzen Reihe solcher, die in einer Ebene gerade, gekrümmt oder spiralig angeordnet sind oder sich allseitig aneinander fügen. Entweder es findet sich nur eine einzige Öffnung an einer Stelle, aus welcher bei voller Aktivität des Tieres ein Teil seines Sarkodeleibes tritt und von hier aus seine Pseudopodien-

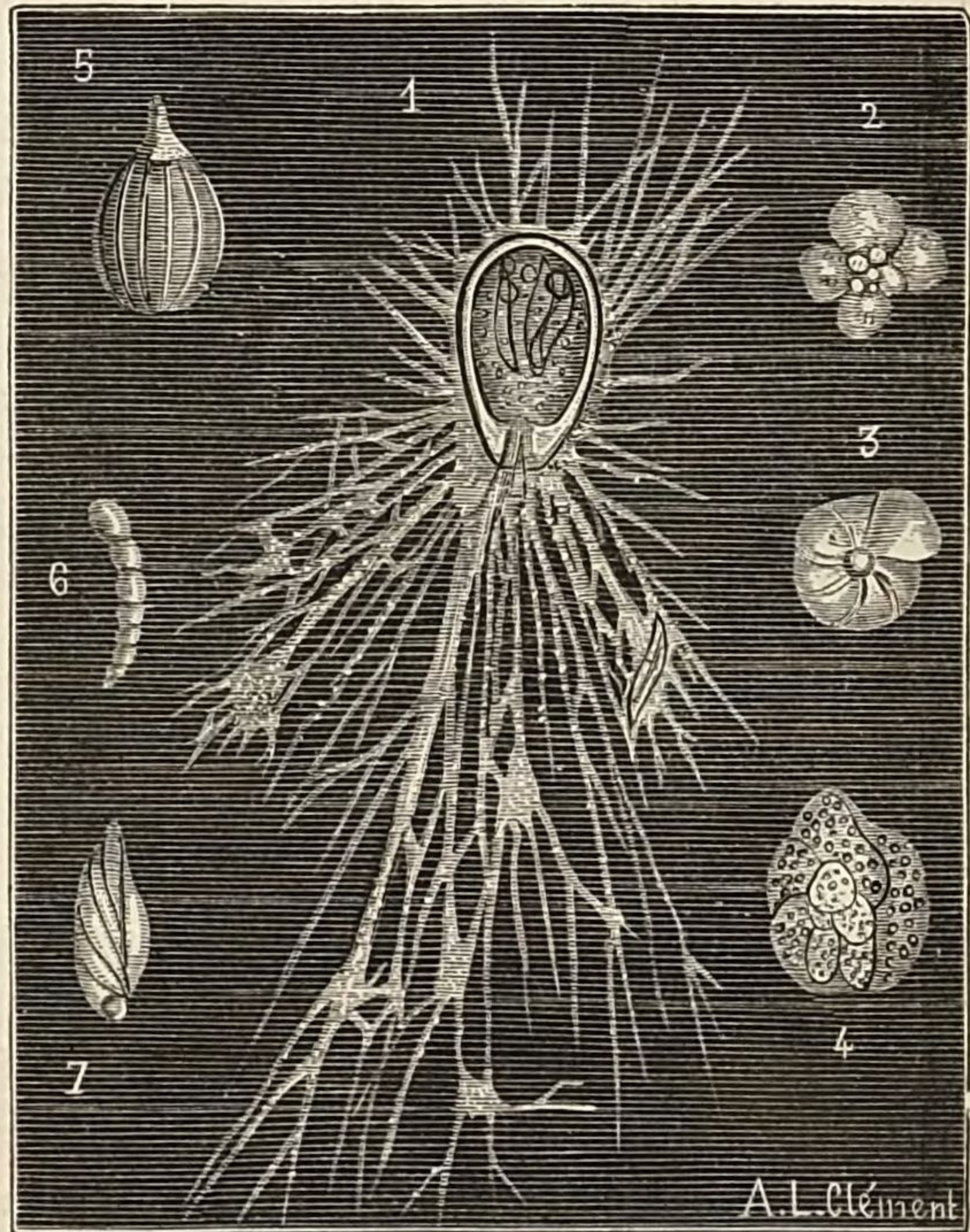


Fig. 41. Foraminiferen. 1) *Gromia oviformis*, aus der einzigen Öffnung treten die Scheinfüßchen heraus, bilden Netze mit einzelnen verbreiterten Protoplaststellen. Rechts wird eine Diatomee „gefressen“. 2) *Globigerina bulloides*, 3) *Anomalinella hemisphaerica*, 4) *Rosalina anomala*, 5) *Lagenulina cortata*, 6) *Dentalina punctata*, 7) *Cristellaria triangularis*.

netze spinnt, oder aber die ganze Schale ist von einer großen Menge sehr kleiner Öffnungen durchbohrt, durch welche die Scheinfüßchen und ein großer Teil des Protoplasmas nach außen treten, so daß die in der weichen Körpermasse eingebetteten Gehäuse kaum wahrnehmbar sind.

Die Kammerlinge, wenigstens ihre Schalen, sind schon lange bekannt. Wenn wir von den riesigen, schon im Altertum beachteten fossilen ägyptischen Nummuliten absehen, fand sie Bianchi oder Planco 1730 zuerst im Küstenland von Rimini, Beccari 1731 fossil in den Tertiärschichten von Bologna. Durch die gekammerte, spiralig gewundene Schale verleitet, hielt man die Geschöpfe für Mollusken und zwar für Cephalopoden, gewissermaßen für Nautilusarten en miniature; selbst d'Orbigny war anfänglich noch in diesem Wahne befangen. Dujardin hingegen (1835), der Forscher, welcher die Sarkode zuerst erkannte und benannte, zeigte, daß diese Geschöpfe mit den Cephalopoden höchstens in der Schale eine sehr entfernte Ähnlichkeit hätten.

Durch die Entdeckungen des Challenger ist die Zahl der bekannten lebenden Kammerlinge um mehrere Hundert gewachsen. Das auf dieser Expedition gesammelte Material an Foraminiferen fand in H. B. Brady einen ausgezeichneten Bearbeiter.

Nach den Untersuchungen dieses Forschers sind 98 bis 99 Prozent der Arten Bewohner des Bodens der See in verschiedenen Tiefen. Hier liegen sie teils oberflächlich auf dem Sand und Schlamm oder heften sich an Schwämme und Korallen. Nur 8 bis 9 Gattungen mit etwa 20 Arten sind pelagisch, aber sie sind unglaublich reich an Individuen, und hauptsächlich aus ihren toten Schalen bildet sich der Globigerinen-Schlick. Es ist sehr schwer, ja unmöglich, aus den mit der Dredsche heraufgeholtten Bodenmassen die lebenden Individuen von der ungeheuren Menge toter zu isolieren, da alles, oberflächliche und tiefere Schichten des Schlicks, durcheinandergemengt ist. Leichter ist es zu bewerkstelligen bei den Proben, welche in die Höhlungen der Tieffeelote eindringen, da diese schichtenweise geordnet bleiben: zu oberst in der Kammer liegt auch die oberste, zuerst erreichte Schlamm-schicht mit den lebenden Individuen.

In den größten Meerestiefen herrschen Formen mit nur einer

großen Öffnung und mit aus Fremdkörpern gebildeter Schale vor, während die Gattungen mit kalkigem, von zahlreichen feinen Poren durchsetztem Gehäuse in den weniger tiefen Gewässern überwiegen. Echte Tiefseefamilien sind die Astrorhiziden und Lituoliden, deren Arten teilweise eine sehr weite Verbreitung haben: so wurde *Rhabdammina linearis* an der norwegischen Küste im Hardanger Fjord, bei Irland, in den westindischen Ge-

wässern, bei Buenos Ayres, Neuseeland und Amboina gefunden. Die Schale dieser „Sandforaminiferen“, wie man sie wohl genannt hat, erscheint in sehr mannigfacher Gestalt und Größe und die Art und Menge der sie bildenden Fremdkörper ist sehr verschieden. Bald ist das Gehäuse eine einzige Kammer von rundlicher Form, bald steigt von der Hauptkammer eine Röhre auf, die sich mehrfach verästeln kann, oder es strahlen mehrere radiär von ihr aus; bei

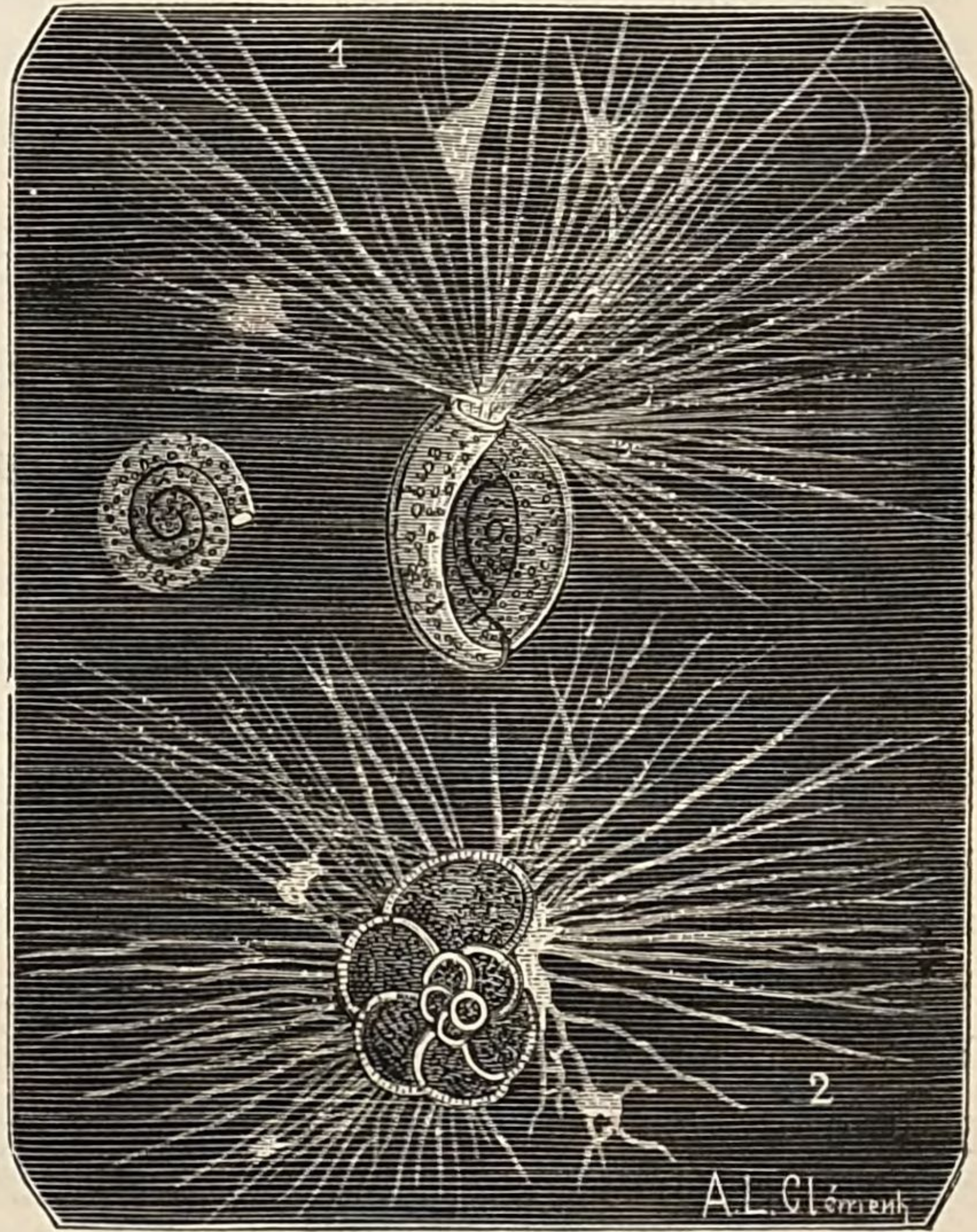


Fig. 42. Foraminiferen: 1) *Miliola tenera*, 2) *Rotalia veneta*, beide mit dem Tiere, 3) Schale von *Cornuspira planorbis*.

andern Arten wieder finden sich mehrere Kammern, welche sich dicht aneinander legen oder durch längere Röhrenstücke miteinander verbunden sind. Manche Spezies sind frei, andere mit dem einen Ende festgewachsen und heben sich in Gestalt von Säulen oder kleinen Bäumchen in die Höhe, wieder andere sind der Länge nach auf ihren Untergrund aufgewachsen.

Es läßt sich nicht verkennen, daß gelegentlich eine besondere Aus-

wahl der zur Verstärkung oder Bildung der Schale dienenden Fremdkörper aus dem umgebenden Materiale stattfindet, was namentlich rücksichtlich der Größe, bisweilen aber auch der Qualität gilt; so verfertigen sich die Arten der Gattungen *Pilulina* und *Technitella* ihre kugelförmigen oder gestreckt ovalen Gehäuse aus Sand. In der Regel indessen entspricht doch der Charakter des aufgenommenen Stoffes demjenigen des umgebenden Meerbodens: so ist es bei *Storthosphaera* und *Peliosina* sehr feiner Sand oder Schlamm, bei den auf dem Globigerinen-schlick hausenden Formen sind es Schalen abgestorbener kleiner Foraminiferen, auf Korallen sand wird Kalk benutzt u. s. w. Diese Thatfachen erleichtern sicher nicht die Systematik der Sandkammerlinge, denn es läßt sich wohl denken, daß dieselben Arten auf verschiedenem Boden auch aus verschiedenem Material verschiedene Gehäuse verfertigten. Ich muß überhaupt gestehen, daß der Wert der meisten Spezies der Asthoriziden mir sehr problematisch vorkommt!

Dergleichen Verstärkungen des Gehäuses oder des Skelettes durch fremde Substanzen finden sich öfters im Tierreiche: es giebt Seeschnecken, deren Haus mit Bruchstücken anderer Conchylien bedeckt ist, manche Ringelwürmer bauen sich sehr kunstreiche Röhren, bei gewissen Schwämmen besteht fast das ganze Skelett aus Fremdkörpern und die, auch in unsern süßen Wassern nicht seltenen, Larven der Köcherjungfrauen (*Phryganidae*) bedecken ihr Wohngelaß mit allerlei im Wasser aufgelesenen Substanzen. Gerade diese Larven haben je nach den Arten sehr verschiedene Bauordnungen sozusagen, die einen nehmen zur Befestigung ihres Köchers bloß Sand, andre bloß tote Schnecken und Muscheln, die dritten endlich abgestorbene Pflanzenreste. Es ist schwer verständlich, warum sich diese Tiere auf gewisse Baustoffe kaprizieren, wie es übrigens auch die Gehäuse tragenden Raupen mancher auf dem Lande lebenden Schmetterlinge thun, ja hier kann sogar der Fall eintreten, daß die männliche Raupe anders baut als die weibliche.

Bei den Sandkammerlingen nun werden die Fremdkörper auf sehr verschiedene Art zusammengehalten: bald drücken sie sich einfach in die oberste Schicht der Sarkode ein, häufiger indessen sondert diese eine chitinöse hornige Schale ab, mit der sich die Sandkörner verbinden;

dieselbe kann von verschiedener Mächtigkeit sein: das eine Mal ist sie dick und sehr weich und dann ist auch das ganze Gehäuse weich, bei andern Arten indessen tritt sie so zurück, daß sie kaum wahrnehmbar ist, und dann liegen die Sandpartikel dicht nebeneinander wie ein Mosaik.

Einige dieser Sandkammerlinge haben eine interessante Geschichte. Sie wurden nämlich von Haeckel unter dem Namen „Physemarien“ als niederste schlauchförmige Metazoën, als eine Art Vorläufer der Schwämme beschrieben, eine Anschauung, zu welcher der berühmte Forscher leicht kommen konnte, da er auch bei den echten Schwämmen in der großen Masse der weichen Leibessubstanz ein Syncytium sah, d. h. ein Produkt miteinander derart verschmolzener Zellen, daß jede Spur von den ursprünglichen Wandungen verschwunden sei. Er nahm auch die Sarkodemasse der betreffenden Sandkammerlinge für ein Syncytium, um so mehr, da ähnlich gestaltete Schwämme in der That vorkommen und in dieser Ordnung die Aufnahme von Fremdkörpern nicht ungewöhnlich ist. Um die Physemarien entbrannte eine heftige wissenschaftliche Fehde, in der man sich nicht mit Handschuhen anfaßte und sich gegenseitig, *tertiis gaudentibus*, allerlei Liebenswürdigkeiten sagte!

Die Schale der übrigen Foraminiferen besteht in der Regel aus kohlenfauerm Kalk, kann oft sehr dick und von porzellanartiger Beschaffenheit sein, richtet sich aber häufig in ihrer Entwicklung nach der Tiefe, welche ihr Träger bewohnt. In größeren und, wie schon früher einmal erwähnt, kalkärmeren Tiefen wird sie je dünner und dünner, schließlich so zart, daß sie beim Trocknen zusammenfällt, ja *Miliolina subrotunda* aus der ungeheuern Tiefe von 3950 Faden (stiller Ozean) hat statt der Kalk- eine Kiefelschale erhalten.

Manche Sandkammerlinge, namentlich von den röhrenförmigen (*Botellina indivisa*) oder gestreckt gekammerten (*Rheoplax nodulosa*) erreichen Längen von 17—26 Millimeter, für solche Geschöpfe eine riesige Größe.

Die zweite Ordnung der Tiefsee-Rhizopoden, die der Strahllinge (*Radiolaria*), enthält die herrlichsten und schönsten Gebilde, die in der Tierwelt überhaupt vorkommen.

Ihr Körper zeigt in gewisser Hinsicht eine höhere Entwicklung als

derjenige der Kammerlinge, ja irgend einer Protozoengruppe überhaupt. Zunächst besteht er aus zwei Hauptteilen, indem eine kleinere centrale Innenmasse sich durch eine besondere äußerst zarte Haut, die Central- oder Binnenkapsel, gegen die mächtiger entwickelte Außenmasse als Binnenmasse abschließt. Diese Haut bildet sich bei den meisten Strahlungen schon sehr zeitig im Entwicklungsgange und hält sich während des ganzen

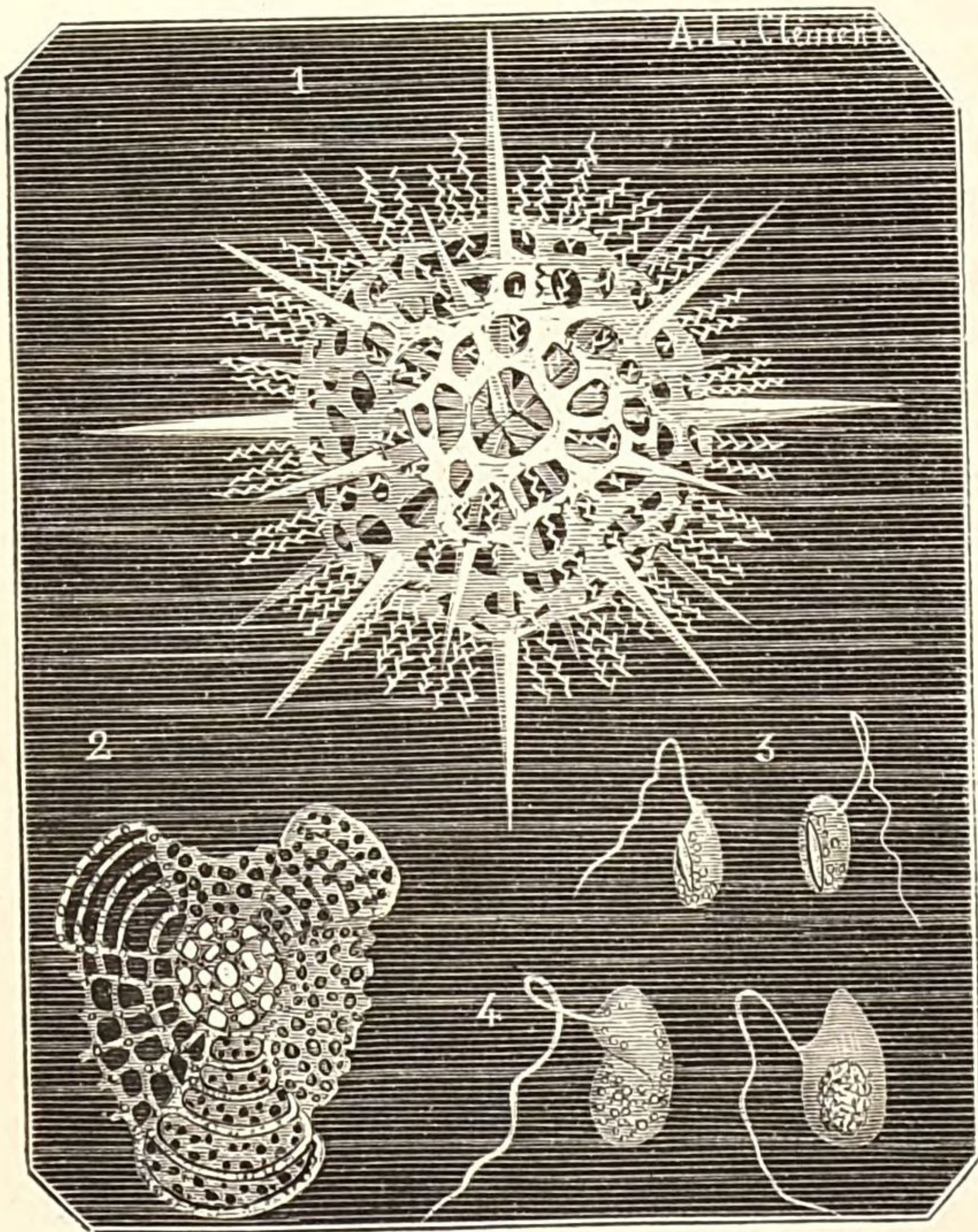


Fig. 43. Radiolarien: 1) *Lychnaspis polyancistra*, 2) *Euchidonia Berkmanni*, — beide Oberflächenformen aus dem Mittelmeer, 3) Sporen mit, 4) ohne Kryсталloid im Innern.

Lebens. Bei einigen tritt sie indessen erst später unmittelbar vor der Fortpflanzung auf. Denn die Binnenmasse ist nicht nur das Centralorgan des ganzen Strahlings, der Kern des einzelligen Tieres, sie vermittelt auch die Fortpflanzung, indem ihr Protoplasma-inhalt sich um festere Teilchen (Kernkörperchen) in Gestalt ovaler Gebilde anlegt, welche äußerlich eine freie Hülle und an einem Pole eine lange bewegliche Geißel (Fig. 43, 3 und 4) entwickeln. Sie sprengen später die mütterliche

Centralkapsel, schwärmen, sich mittels ihrer Geißel lebhaft bewegend aus und werden nach und nach zu jungen Strahlungen. Daneben kommen noch allerlei andere Bildungen in dem Binnenprotoplasma vor: es kann runde, mit heller Feuchtigkeit gefüllte Hohlräume (Vakuolen), Fetttröpfchen, winzige bunte Pigmentkörperchen, Kryсталloide und wahre Kryсталle enthalten. Die Kryсталloide sind organischer Natur, finden sich sehr allgemein und scheinen Reservennährstoffe für die junge Schwärmbrut

zu fein, sehr häufig findet sich wenigstens in diesen Sporen je eines von ihnen (Fig. 43, 3). Nur selten (bei einigen wenigen Arten aus der Legion der Spumellarien) findet sich in der Binnenmasse ein wahrer, himmelblaugefärbter und aus anorganischer Substanz bestehender Krytall. Diese Substanz ist der Farbe und der Form nach schwefelsaures Strontian (Coelestin).

Die Kapselhaut ist entweder von einer großen Anzahl feinsten Öffnungen durchbohrt oder hat einige wenige größere, von denen eine weit stärker entwickelt ist als die übrigen. Durch diese Lücken tritt das Binnenprotoplasma mit dem Außenprotoplasma in verbindenden Zusammenhang. Dieses letztere zeigt eine dreifache Schichtung. Zunächst außen auf der Kapselwand befindet sich eine dünne Schicht körnerreichen Protoplasmas, das mit der Binnenmasse durch die eben erwähnten Löcher der Kapselmembrane unmittelbar zusammenhängt. Auf diese, als Sarcomatrix bezeichnete Schicht, folgt eine weit ansehnlichere, aus einer homogenen eiweiß- oder gallertartigen Masse bestehende Decke, das Calymma ($\tau\acute{o} \kappa\acute{\alpha}\lambda\upsilon\mu\mu\alpha$ = die Decke). Dieses Calymma ist wasserreich, meist hyalin, strukturlos oder höchstens mit Hohlräumen (Alveolen) von sehr verschiedener Konsistenz versehen und ist wohl ein Abscheidungsprodukt des übrigen Außenplasmas. Durch dieses Calymma steigt von der Sarcodematrix (Fleischstoff-Mutterboden), ein Netzwerk feiner Fäden hindurch, das mit einer außen aufgelagerten, von großen Hohlräumen durchsetzten und ein oberflächliches Netzwerk bildenden Schicht körnerreichen Protoplasmas (Sarcodictyum, Fleischstoff-Netz) zusammenhängt. Von diesem Sarcodictyum erheben sich die zahlreichen, sehr feinen Scheinfüßchen, und hier werden Hauptteile des Skeletts gebildet.

Dieses Außenprotoplasma vermittelt alle Beziehungen des Strahlings zur umgebenden Welt: durch dasselbe vollzieht sich Empfindung, Bewegung, Atmung und Ernährung, außerdem bilden sich in ihm die wesentlichsten Schutzvorrichtungen in Gestalt des Skeletts.

Dieses ist meist kieselig, — wenn auch nach meiner Meinung dem Kiesel immer, und sei es in noch so geringer Menge, organische Substanz beigemischt fein oder richtiger dessen Grundlage bilden wird —

oder es ist bisweilen rein organisch und besteht aus einer eigentümlichen Substanz, der Stachelsubstanz oder dem Acanthin.

Die Gestalten dieser Skelettbildungen, welche nur selten fehlen, sind unglaublich mannigfaltig. Bald sind es einzelne lose Nadelgebilde, welche sich tangential anordnen, bald treten sie zu höchst zierlichen Gitterkugeln zusammen, welche mit regelmäßigen Stacheln besetzt sind. Ge-

legentlich stecken mehrere solche Kugeln konzentrisch ineinander und sind durch Kieselbrücken miteinander verbunden. Ein andermal wieder sehen wir, wie im Centrum des ganzen Geschöpfs lange Strahlen immer in der Zahl 20 zusammenstoßen, die Centralkapsel und das ganze Außenprotoplasma durchbrechen und sich auf dessen Außenseite durch ein mehr oder weniger regelmäßiges Kieselflechtwerk verbinden (z. B. *Lychnaspis polyanthis* Fig. 43, 1). Oder aber diese Bildungen

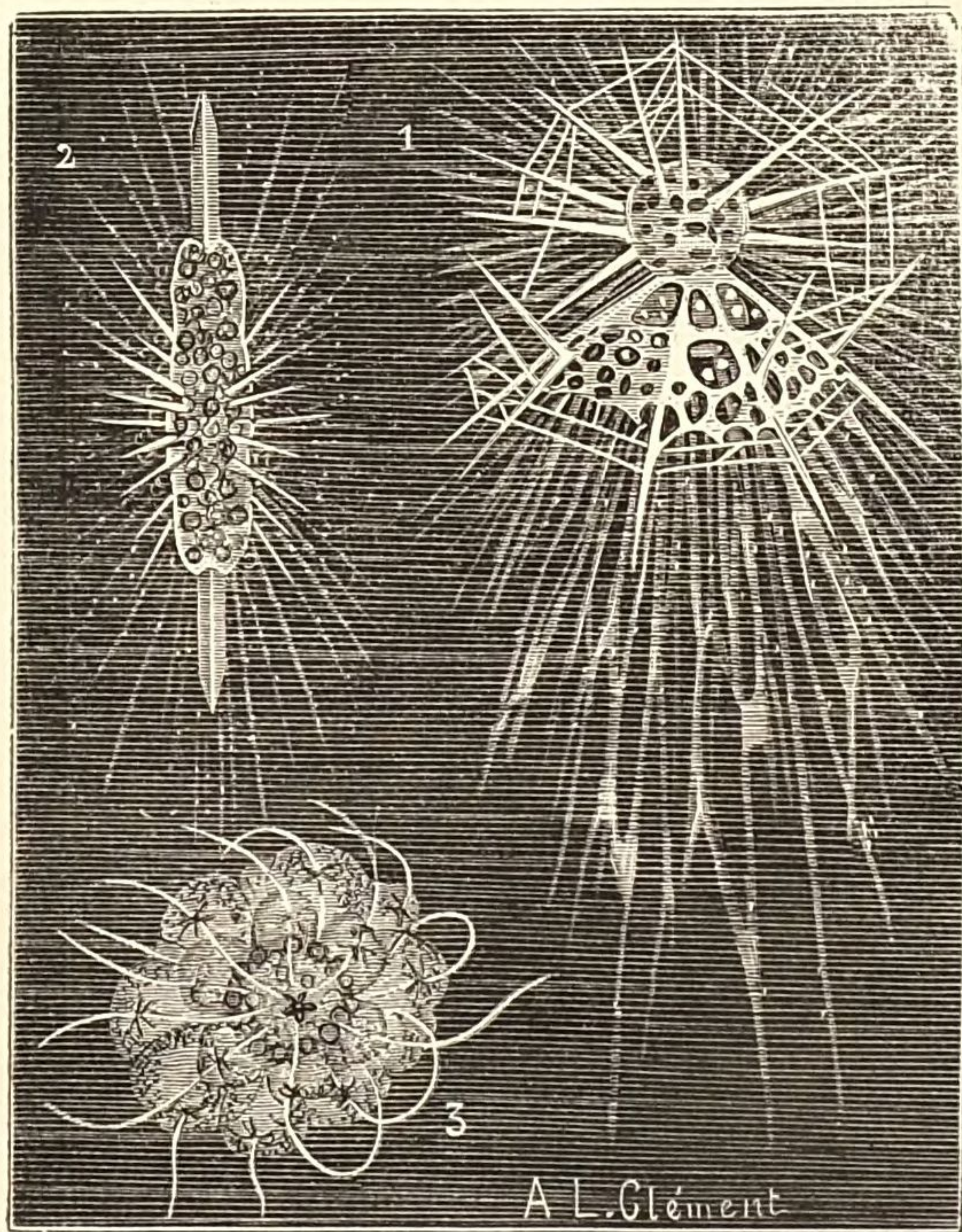


Fig. 44. Oberflächen-Radiolarien: 1) *Arachnocorys circumtexta*, Mittelmeer. 2) *Amphilonche heteracantha*, Mittelmeer, atlantischer Ozean. 3) *Acanthometron elasticum*, kosmopolitisch.

nehmen allerlei phantastische Gestalten an, erscheinen als Helme, Körbchen, Laternen, Distelblüten, Reusen, entwickeln sich plattenartig größtenteils in einer Ebene als durchbrochene vier- oder dreiarmlige Kreuze (z. B. *Euchidonia Berkmanni* Fig. 43, 2), Scheiben, Schalen, Spangen, Sporen und in hunderterlei andern Gestalten, mit welchen wir nichts vergleichen können und die ganz eigenartig sind. Aber alle diese Formen sind ele-

gant, oft selbst von entzückender Schönheit, und Haeckels Radiolarienwerke sollten in keiner Kunstgewerkschule fehlen, denn sie enthalten auf ihren herrlichen Tafeln einen großen, noch ganz ungehobenen Schatz reizender Motive, namentlich für den Goldarbeiter, Kunstschlosser, Majolikafabrikanten und für den Flechter der jetzt erst in Aufnahme kommenden Barock-Korbwaren, — Motive so zahlreich, mannigfach und wunderbar, wie sie keine menschliche Phantasie erdenken kann.

Die Mehrzahl der Strahlige sind mikroskopische Einzelwesen, aber es giebt auch kolonienbildende unter ihnen. Alle sind Bewohner des Meeres in seinen verschiedensten Tiefen.

Haeckel teilt die Radiolarien in zwei Unterklassen und jede von diesen wieder in zwei Legionen. Bei der ersten Unterklasse (Porulosa oder Holotrypasta) ist die Centralkapsel ursprünglich kugelförmig, ihre Haut von zahlreichen feinen Poren durchbohrt, aber ohne größere Hauptöffnung. Die erste Legion (Spumellaria) enthält Formen, deren Centralkapsel in ihrer Haut unzählbare, allenthalben unregelmäßig verteilte feine Poren besitzt. Der Kernkörper der Binnenmasse ist von Haus aus kugelförmig. Ein Skelett fehlt entweder oder ist kieselig, entsteht aber niemals innerhalb der Centralkapsel. Bei den Arten der zweiten Legion (Acantharia) sind die Poren zählbar und regelmäßig angeordnet und sie besitzen ein Skelett, das immer innerhalb der Binnenkapsel aus Acanthin entsteht.

Die zweite Unterklasse (Osculosa oder Monotrypasta) ist hauptsächlich dadurch ausgezeichnet, daß die Centralkapsel nicht mehr rund ist, sondern eine Hauptaxe besitzt und daß ihre Membrane an dem einen Pole dieser Axe (von Haeckel als Mundpol bezeichnet) die Durchbohrungen zeigt. Bei den Nassellarien (Nassellaria), welche die eine Legion dieser Unterklasse bilden, ist die eiförmige Centralkapsel einfach und ein siebartiges Porenfeld befindet sich an ihrem einen Pole; in der Nähe des andern, also excentrisch, liegt der Kernkörper. Das kieselige extrakapsuläre Skelett hat meist eine Hauptaxe. Von der originellsten in jeder Beziehung merkwürdigen Legion der Phaeodaria war vor der Challenger-Expedition keine Art eigentlich gekannt, denn wenn auch hin und wieder einmal ein paar tote Schalen beschrieben und abgebildet wurden, so konnte doch niemand die wahre Natur dieser Geschöpfe erkennen. Diese

Natur ist aber so eigenartig, daß es mir scheint, man könne die Phaeodarien mit mehr Recht als eine eigene Subklasse der Radiolarien auffassen und die Nassellarien als dritte Legion zu den Porulosen ziehen. Jedenfalls sind ihre Organisationsverhältnisse von denen der übrigen Strahlige sehr wesentlich verschieden. Ihre Kapsel ist sphärisch, mit einer Hauptaxe, hat eine doppelte Membran, die an dem einen Pole der Axe von einer Hauptöffnung mit strahligem Rande durchbrochen ist. Der Kernkörper liegt in der Hauptaxe, das Skelett ist kieselig, extrakapsulär, und im Calymma entwickelt sich ein besonderer konkav-konvexer Teil, der reich an grünem bis braunen Pigment ist, das Phaeodium, welches sich mit seiner konkaven Seite über die Hauptöffnung der Binnenkapsel wölbt.

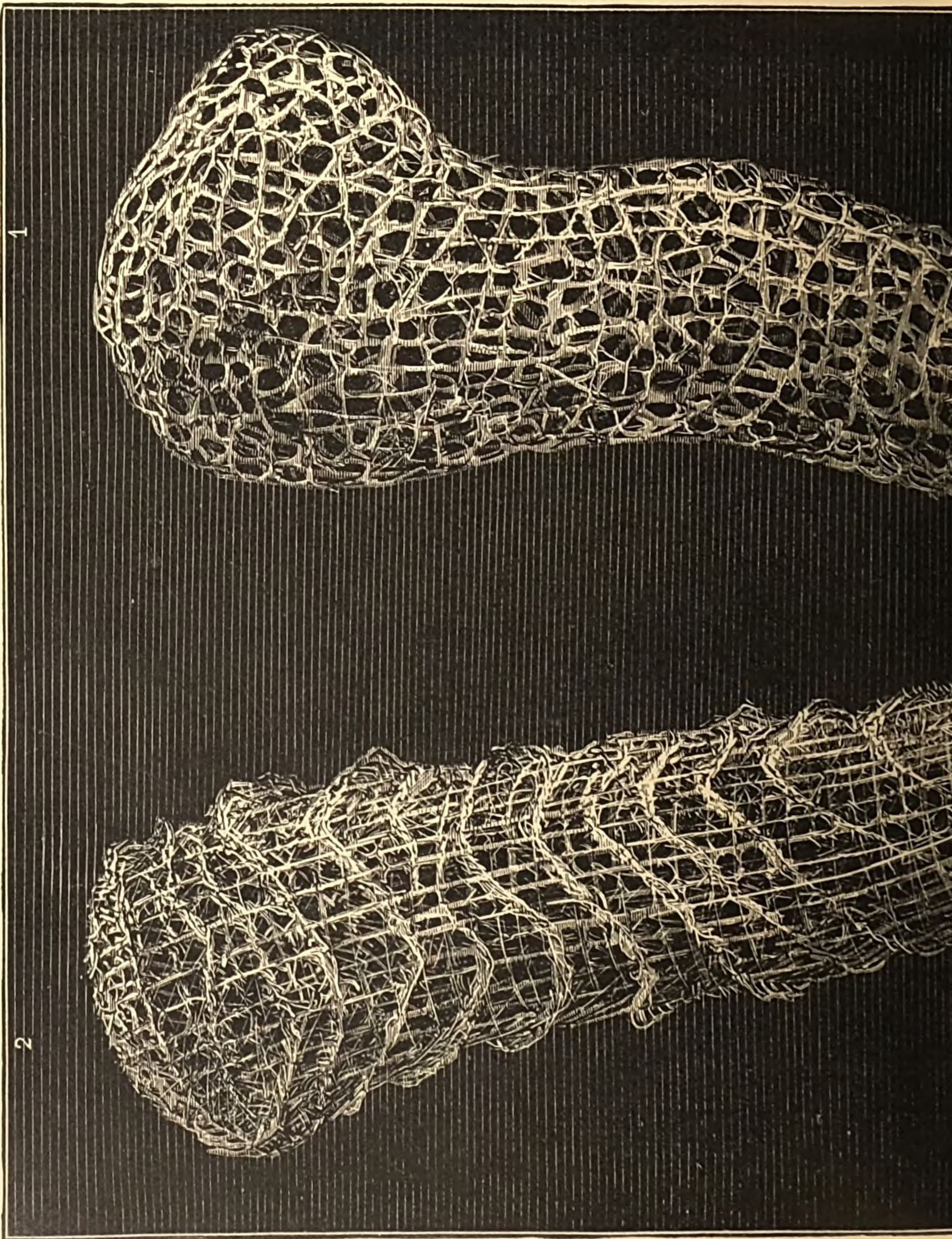
In seinem Rapporte, der nicht bloß die Bearbeitung des auf dem Challenger erbeuteten Radiolarienmaterials enthält, sondern die aller bekannten Formen, beschreibt Haeckel 739 Gattungen und 4318 Arten, von denen 3508 neu sind, und er versichert, er hätte die Artenzahl leicht noch um mehr als 1000 vermehren können. Die reichste Fundstelle für diese Tiere ist der Radiolarien-Schlick des Centrums des stillen Ozeans, — in einem einzigen mikroskopischen Präparate von diesem waren bisweilen 50 neue Spezies enthalten!

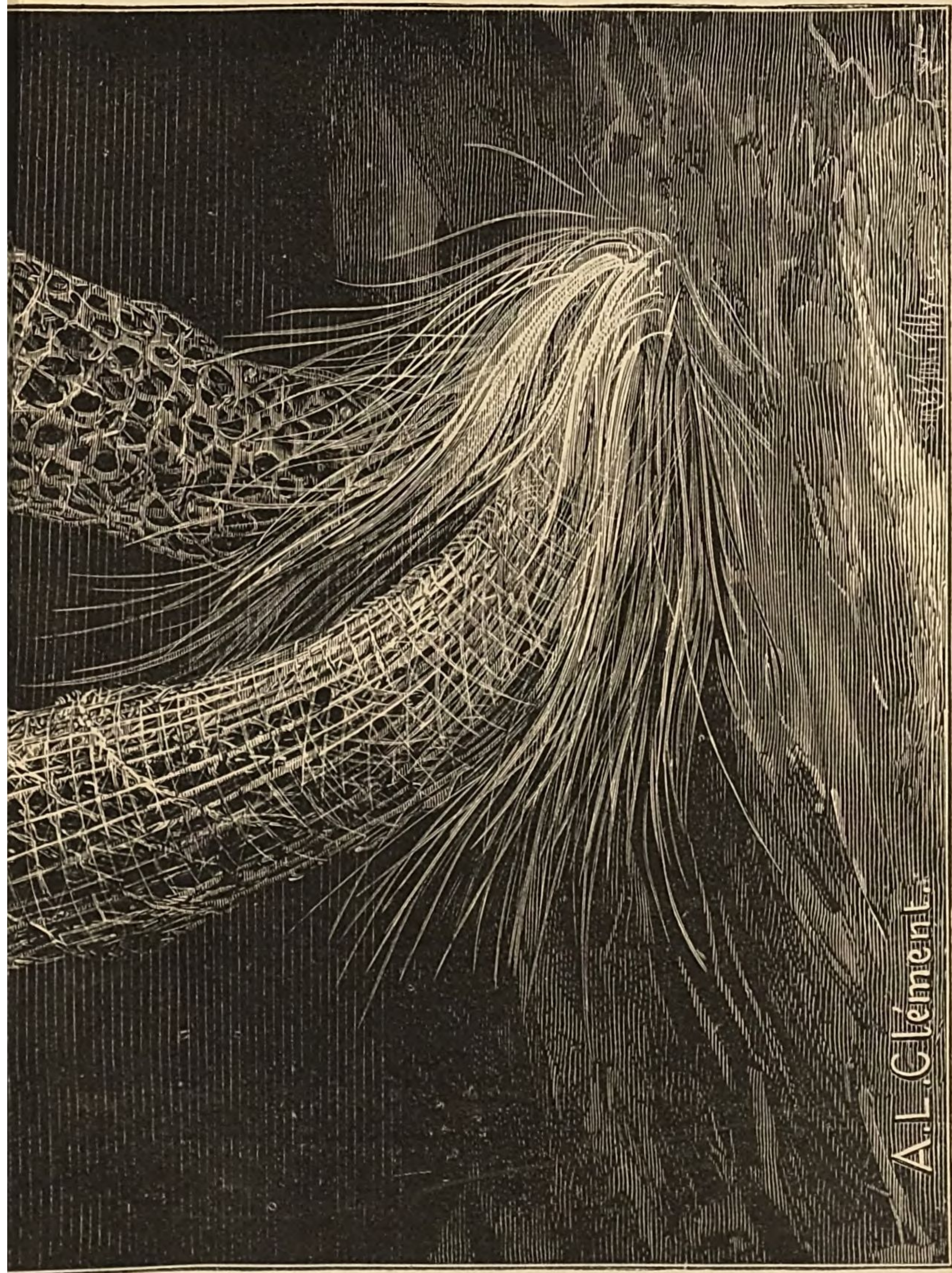
Was die vertikale und horizontale Verbreitung dieser wundervollen Organismen angeht, so lassen sie sich nach den Meeresschichten, in denen sie vorkommen, in drei Kategorien einteilen. Die pelagischen Formen bewohnen die Oberfläche aller Meere in einer gewissen Entfernung von der Küste in großen Scharen, und wir finden auch bei ihnen wieder eine bei der Verbreitungsart so vieler Tiere zu beobachtende Erscheinung, daß nämlich unter den Tropen die Zahl der diese Scharen bildenden Arten weit größer, die Menge ihrer Individuen indessen weit geringer ist als unter den kältern Breiten, — die Summe des Radiolarienlebens wird aber, abgesehen von den äußersten arktischen und antarktischen Gewässern, auf dem Ozean unter allen Breiten nahezu gleich sein.

Auf diese pelagische Radiolarienfauna folgt eine zonariale, die sich schichtenweise von oben nach unten ordnet und in den Arten der ver-

I.

(S. 154.)





Ausgewaschene Skelette zweier Hexactinelliden.

- 2) *Euplectella aspergillum*.
1) *Alcyoncellum speciosum*.

schiedenen Schichten oft bedeutende und charakteristische Unterschiede aufweist.

Die große Mehrzahl der Radiolarien indessen entstammt der Tiefsee, und wenn auch nicht alle hier gelebt haben mögen, sondern tot hinab gesunken sind und sich mit ihren Skeletten an der Bildung des Radiolarien-Schlicks beteiligen, so ist doch auch die Zahl derjenigen, welche, in wundervoller Erhaltung aller Weichteile, aus jenen Gründen mit heraufgebracht wurden, folglich doch wohl auch dort gelebt haben werden, keine geringe. Die Hälfte aller von Haeckel beschriebenen Formen rührt aus dem Radiolarien-Schlick der centralen Regionen des stillen Ozeans aus Tiefen von 2000 bis 4000 Faden her. Die Mehrzahl der originellen Phaeodarien, auch zahlreiche Nassellarien entstammen der Tiefsee, während die Acantharien und Spumellarien mehr der pelagischen und zonariellen Fauna angehören. Zwei Charaktere sind den wirklich abyssischen Formen, wie es scheint, gemeinsam, erstens nämlich sind sie durch die Bank kleiner als die mehr oberflächlich vorkommenden Verwandten, und zweitens zeigt ihr Skelett etwas andere Architekturverhältnisse, indem nämlich die Schalen derber, die Balken des Trabekelwerkes stärker und die von diesen umschlossenen Maschen kleiner sind als bei pelagischen Formen derselben Gruppen.

In den tiefen Gewässern haben die Strahllinge, von denen Haeckel sagt, daß sie der morphologischen Betrachtung eine neue Welt erschließen, keine Vertreter.

Fünftes Kapitel.

Die Coelenteraten oder Hohltiere der Tiefsee.

A. Die Schwämme (Spongiae).

Vor nunmehr 41 Jahren trennte Rudolf Leuckart von dem alten Cuvierschen Tierkreis der Strahltiere (Radiata) die Polypen und Quallen als Hohltiere oder Coelenteraten ab, denen er später noch die Schwämme oder Spongien (Spongiae s. Porifera) hinzufügte.

Das Charakteristische für die Hohltiere ist, daß sie keinen Mund und

keinen After besitzen, sondern eine einzige zu den Verdauungsorganen führende Öffnung, welche für beide zugleich fungiert, daß weiter ihre verdauende Höhlung keine eigene Wandung besitzt, daß zwischen ihr und der Leibeswand keine Leibeshöhle sich befindet, und daß sie, resp. ihre verzweigten Ausfüllungen zugleich der Cirkulation mit dienen, — die Coelenteraten haben einen gemeinsamen Gastrovascularapparat.

Über die Zugehörigkeit der Schwämme zu dem Tierkreise der Hohltiere gehen die Urteile der Forscher, selbst der Spezialisten, sehr auseinander: Leuckart, Haeckel, Claus, denen auch ich mich anschließe, sehen in ihnen echte Coelenteraten, F. E. Schulze, Sollas, Vosmaer geben zwar zu, daß es wahrscheinlich Metazoën seien, möchten sie aber doch nicht so ohne weiteres mit den Polypen und Quallen in einen Tierkreis vereinigt wissen, sehen in ihnen vielmehr eigenartige Geschöpfe. Eine dritte Gruppe von Forschern, zu denen James Clark, Saville Kent und neuerdings auch Bütschli gehören, betrachtet sie als Kolonien von Infusorien, von sogenannten Cilioflagellaten.

Ein jeder von uns hat natürlich seine guten Gründe für seine Anschauung, oder glaubt sie doch zu haben, und für die nächste Zeit ist eine Vereinigung der Ansichten nicht wahrscheinlich, — wenigstens hoffe ich nicht, meine Gegner zu bekehren, finde aber andererseits, nach meinem subjektiven Urteile, ihre Gründe nicht derart, daß sie mich bestimmen könnten, die Segel zu streichen. Es ist hier nicht Ort und Gelegenheit, die Ursache so verschiedener Meinungen zu entwickeln, ich mußte der Thatfache bloß Erwähnung thun, um die Überschrift dieses Kapitels zu motivieren, durfte aber doch die gegenteilige Ansicht bewährter Forscher dabei nicht mit Stillschweigen übergehen. Die Schwämme sind, mit wenig Ausnahmen, wie alle Coelenteraten, Bewohner des Meeres von meist unregelmäßiger, knolliger, becherartiger, blattförmiger, lappiger, gefingerter bis verzweigter Gestalt; in einzelnen wenigen Fällen, wenn sie regulär gebaut sind, folgen sie dem strahligen Typus. Immer sind sie mit einem Ende oder einer Fläche an den Boden befestigt, entweder an ihm festgewachsen oder durch besondere Anker (Fig. 45, 4 u. 5) und Wurzelausläufer mit ihm verbunden. Die Außenseite ist bedeckt von einer äußerst feinen Haut (dem Ektoderm), ihr Gastro-

vascularapparat wird ausgekleidet von einer zweiten, gleichfalls sehr zarten (dem Entoderm). Zwischen beiden liegt eine dritte, immer viel stärker, bisweilen kolossal entwickelte Mittelschicht (das Mesoderm). Die physiologische Bedeutung der Oberhaut ist noch nicht ganz klar, vielleicht vermittelt sie die Empfindung, scheidet vielleicht bei andern eine mehr oder weniger differenzierte Membrane (als Kutikularbildung) ab, mit welcher sich unter Umständen Fremdkörper vereinigen. Höher entwickelt und in ihrem Wesen und ihrer Leistung leichter verständlich erscheint die innere Haut.

Der Gastrovascularapparat der Schwämme ist eigenartig entwickelt. In dem typischen Falle, wie er gelegentlich bei erwachsenen Individuen, häufiger bei jugendlichen, noch nicht vollentwickelten (Larven) auftritt, bemerken wir in dem Schwamme einen centralen Hohlraum (Magenraum), der am freien Ende mittelst einer größeren, dem Mundafter der übrigen Hohltiere entsprechenden Öffnung (Osculum) mit der Außenwelt in Verbindung tritt. Von dem Magenraume ausgehend verzweigen sich, unter fortwährender Teilung enger und enger werdend, im Querschnitte runde Kanäle durch die Masse der Wandung

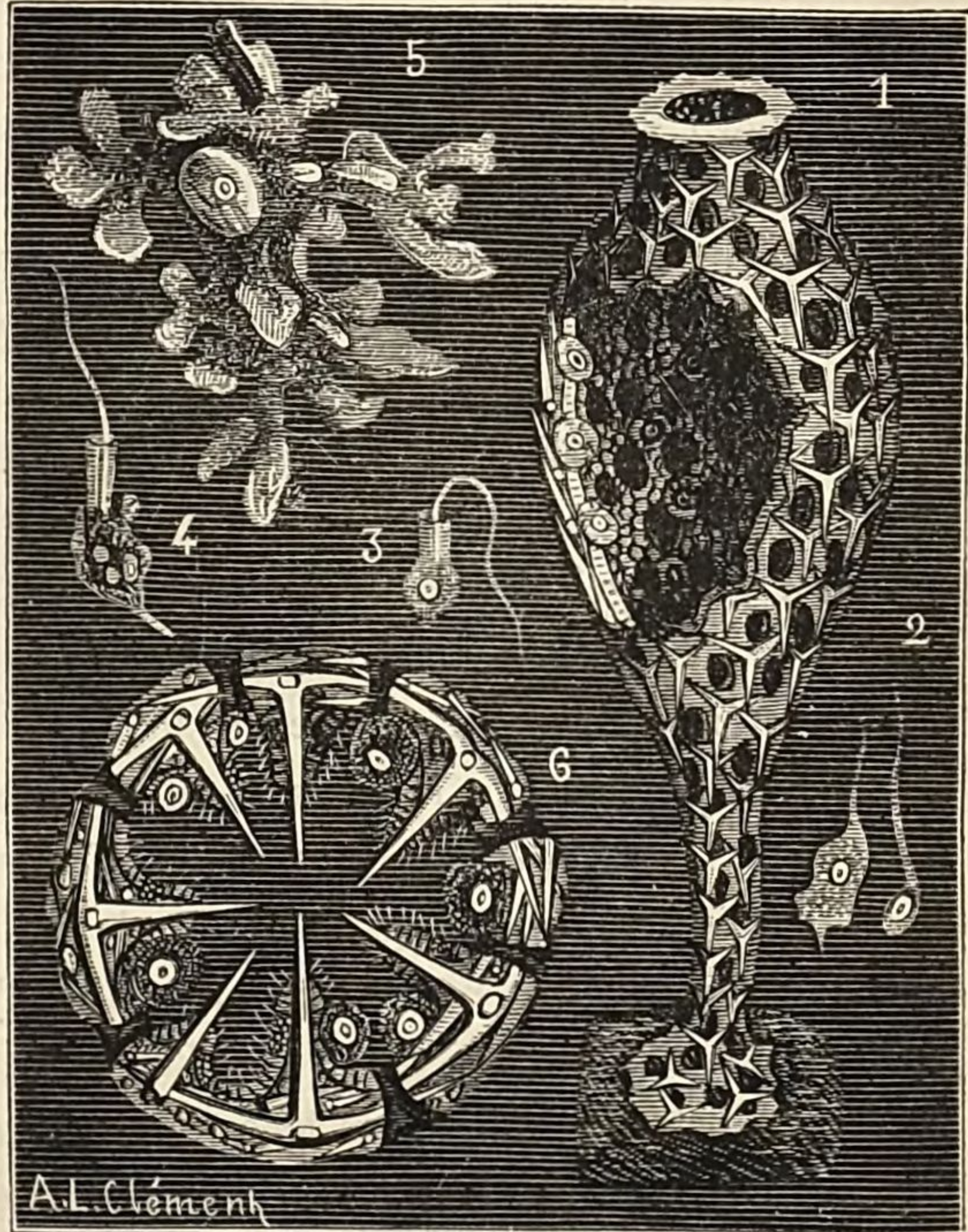


Fig. 45. Anatomie von Kalkschwämmen. Fig. 1. *Ascetta primordialis*, Einzelperson, ein Stückchen Wandung links weggeschnitten. Auf der Außenseite die von dreiaxigen Nadeln umrahmten Poren, welche mittels kurzer Kanäle in den Magenraum führen, der in diesem Falle von Kragen- oder Geißelzellen (3 und 4) ausgekleidet ist. Am äußern Schnitttrande sieht man 3 Eier. Oben ist die Mundöffnung. 2. Samenfäden. 5. Bewegliches (amöboides) Ei. 6. Querschnitt durch *Ascaltis Gegenbauri*. Man sieht den durch vorspringende Nadeln bewirkten radiären Bau, Geißelzellen, Eier und sieben in den Magenraum führende Kanäle.

des Schwammes und münden auf dessen Außenseite mittels feiner Poren. Stellenweise erleiden diese Kanäle in dem mittleren Teile ihres Verlaufs Erweiterungen, in der Regel in Gestalt von Hohlkugeln. Diese können in verschiedener Anzahl und verschiedener Anordnung gruppenweise zusammentreten. Nach der Ansicht der einen ist der Magenraum und das ganze System der Kanäle von Binnenhaut (Entoderm) ausgekleidet, nach derjenigen anderer Forscher nur bis zu und mit den Erweiterungen, während die von diesen nach außen verlaufenden Fortsetzungen (zuführende Kanäle) durch Einstülpung von außen entstehen und mit Außenhaut (Ektoderm) austapeziert sein sollen.

In den Erweiterungen selbst erfahren die auskleidenden Zellen des Entoderms eine wesentliche Veränderung. Während sie sonst abgeplattet erscheinen, sind sie hier langgestreckt und am oberen, in den Kanal vorragenden Ende mit einem geißelförmigen Fortsatz versehen. Sie aber sind es, welche überhaupt den Stoffwechsel des Schwammes ermöglichen. Wenn der Schwamm nicht ruht, so bewegen sich die Geißeln dieser Zellen mit lebhaften Schwingungen in einer Richtung centripetal nach dem Magenraum hin. Dadurch erzeugen sie einen Wasserstrom, welcher erfüllt mit fein suspendierten Nahrungsmitteln und mit atmosphärischer Luft von den Wandungsporen her durch das Kanalsystem strömt. Unterwegs giebt er die Substanzen, deren Vehikel er ist, ab: Luft d. h. Sauerstoff an die Geißelzellen selbst, welche daher zugleich auch respiratorische Organe sind, und die feinen Nährmaterialien an diese und an diejenigen Entodermzellen, welche das Kanalsystem (abführende Kanäle) zwischen den mit Geißelzellen ausgestatteten Erweiterungen, den „Geißelkammern“ oder „Wimperkörben“ und dem Magenraum auskleiden. Das ausgenutzte Wasser strömt mit Gewalt in diesen und weiter aus der Mund-Afteröffnung heraus, indem es alle nicht verwertbaren, in die Spongie von außen eingeführten Substanzen und deren eignen Abfallstoff, zur Zeit der Fortpflanzung auch die Geschlechtsprodukte mit sich nimmt.

Die umfangreiche Masse des Mesoderm besteht aus einer hyalinen Grundsubstanz von verschiedener, gallertartiger bis knorpeliger Konsistenz. In dieser befinden sich Zellen von verschiedenem Bau und ver-

schiedener Funktion. Die einen sind rund mit verschieden langen, zarten, nach allen Richtungen strahlenden Ausläufern. Sie sind beweglich und vermögen in der Grundsubstanz zu wandern, besitzen einen deutlichen Kern und ausdehnbare Wandungen. In dem hungernden Schwamm sind sie zusammengefallen und gruppieren sich um die Geißelkammern und um die von diesen zum Magenraum führenden Kanäle, nehmen den von dem Entoderm assimilierten Stoff in Gestalt feiner Körperchen in sich auf und schwellen dabei an. Sind sie gefüllt, so wandern sie langsam durch das Gewebe des Schwammes dahin, verarbeiten die Nahrung weiter und geben sie an die Umgebung in anderer Gestalt ab. So übernehmen sie die Leistungen, welche bei höheren Tieren der Lymphe und dem Blute zufallen. Andere, mehr an der Oberfläche, namentlich um die Poren der Außenseite (Einströmungsöffnungen) und um das Osculum (Mundafter- oder Ausströmungs-Öffnung) gelegene nehmen eine sehr gestreckte Gestalt an und gleichen ganz den glatten Muskelfasern höherer Geschöpfe, haben auch deren Funktion, indem sie, als Sphinkteren wirkend, die von ihnen umlagerten Öffnungen zu schließen vermögen.

Zu gewissen Zeiten nehmen vollgefättigte Wanderzellen in der Nähe der ausführenden Kanäle eine ruhende Stellung ein und geben die aufgenommenen Nahrungsmittel nicht weiter ab, sondern verwerten sie selbst. So bilden sie sich, wenn sie ganz bleiben, zu Eiern, oder, wenn ihr Inhalt eigenartig zerfällt, zu Samenballen um. Schließlich finden sich auch noch in dem Mesoderm diejenigen Zellen, welche auf verschiedene Art das Skelett bilden, das für die Deutung der Verwandtschaftsverhältnisse und für die Systematik der Schwämme von größter Wichtigkeit ist und von allen Teilen derselben die weitgehendste Anpassungsfähigkeit, mithin die bedeutendsten Verschiedenheiten zeigt.

Auf Grund dieser Verschiedenheiten unterschied man früher schon Kalk-, Kiesel-, Horn- und Gummischwämme, eine Einteilung, von welcher man indessen in neuerer Zeit und mit Recht in mehreren Punkten abgekommen ist. So existiert zwischen gewissen Kiesel- und den Hornschwämmen kein durchgreifender Unterschied, es lassen sich vielmehr die Übergänge zwischen beiden mit Leichtigkeit nachweisen, —

andererseits stimmten die Formen der alten Gruppe der Kiefelschwämme eben nur in dem Material ihrer Skelettbildungen, durchaus aber nicht in deren Gestalt und Anordnung und sonst überhaupt nur in den wesentlich-

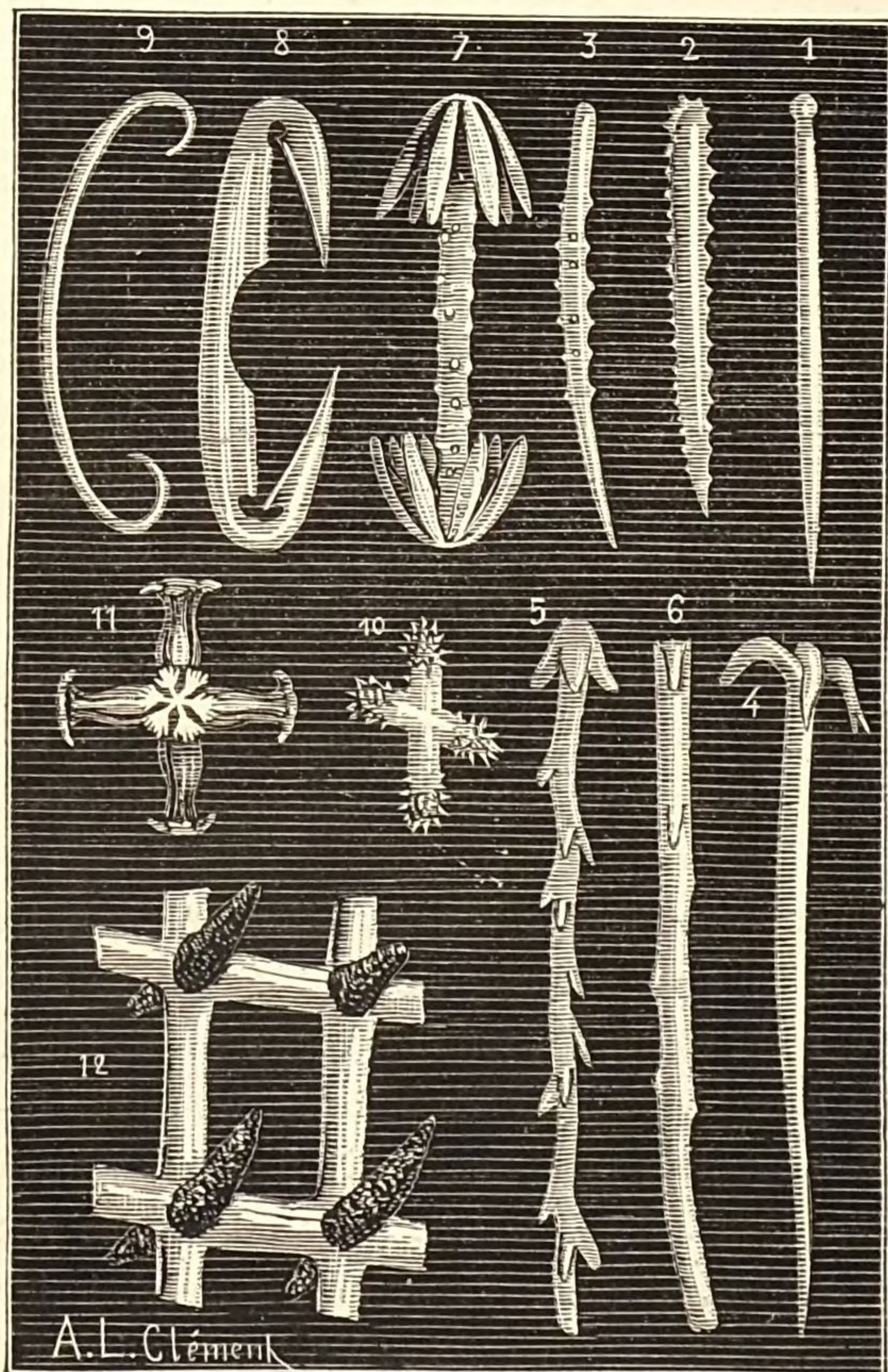


Fig. 46. Kieselkörper von Spongien: 1 *Suberites carnosus*, — 2, 3 *Halichondria incrustans*, — 4 *Stelletta Collingsii*, — 5, 6 *Euplectella aspergillum*, — 7, 10, 11 *Hyalonema mirabile*, — 8 *Desmacidon Johnsoni*, 9 *Desmacidon variantia*, 12 aus verschmolzenen Sechsstrahlern bestehendes Gitterwerk einer dictyoninen Hexaktinellide (Farrea).

sten, sie im allgemeinen eben als Schwämme charakterisierenden Eigenschaften miteinander überein. Auch die Gummineen oder Gummischwämme sind eine zweifelhafte Gesellschaft, in welcher allerlei durch Rückbildungen entstandene Formen mit scheinbarer, äußerlicher aber nicht auf innerlicher Verwandtschaft beruhender Ähnlichkeit aufgenommen sind.

Die Systematik der Schwämme ist überhaupt keine leichte Sache, namentlich durch ihre außerordentliche Variabilität und ihre Fähigkeit sich durch äußere Umstände beeinflussen zu lassen und sich ihnen anzupassen, — selbst die Skelettelemente können in Form, Größe

und Anordnung schwanken, obwohl sie noch die besten, unterscheidenden Charaktere liefern.

Gar nichts ist für die meisten Formen, namentlich des oberflächlichen Wassers, auf die Gestalt zu geben und diese Charakterlosigkeit

im äußern Habitus hat mehr wie einen Grund. Zunächst können, wie schon hervorgehoben (vgl. S. 120), Wasserströmungen von umformendem Einflusse sein, oft auch der Umfang und die Konfiguration des Wohnorts. Schwämme z. B., welche, was viele gern thun, an der Unterseite von Steinen wachsen, müssen sich selbstverständlich den hier gebotenen Raumverhältnissen anpassen. Ein anderer die Gestalt modifizierender Umstand liegt in dem Grade, in welchem das bewohnte Wasser mit nährenden Substanzen angefüllt zu sein pflegt. Sind dieselben reichlich vorhanden, so behält der Schwamm eine einfache sphärische oder walzige Form; wo aber die Nahrung spärlich wird, vermehren sich seine Fangapparate. Das aber sind die zuführenden Kanäle mit den Geißelkammern, für welche die Poren der Oberfläche die Mäuler sind. Wie wächst nun der Schwamm unter solchen Umständen am praktischsten? Wollte er im ganzen wachsen, so würde er dies, gerade wegen den herrschenden kümmerlichen Ernährungsverhältnissen nicht können. Was thun? Er vermehrt einfach beim langsamen Wachsen seine Oberfläche, er faltet sich ein, bildet Vorsprünge, Äste, Blätter, mäandrische Labyrinth u. f. w. und indem er das thut, vermehrt er die Zahl seiner zur Nahrungsaufnahme fähigen äußern Kanalöffnungen oder Poren. Man kann im allgemeinen schließen, daß, wenn man zwei Exemplare derselben Schwammart von verschiedener Gestalt vor sich hat, dasjenige, welches bei gleichem Körperinhalt eine kleinere Oberfläche besitzt, von einer Lokalität stammt, wo die Existenzbedingungen, in erster Linie die Ernährungsverhältnisse, günstig waren.

Ein anderer und hauptfächlicher Grund des Polymorphismus der Schwammarten liegt in der Fähigkeit der meisten, ihr Wachstum auf eine besondere Art zur Geltung zu bringen, welche der Fortpflanzung nahe verwandt ist.

Wir unterscheiden unter diesen Tieren „Einzelwesen“, Personen, wie Haeckel sie nennt, und „Stöcke“, Kormen nach der Nomenklatur desselben Forschers. Die Stöcke umfassen mehrere Personen und demzufolge eine Anzahl von Magenräumen und Mundöffnungen, sie entstehen aber durch das Wachstum einer ursprünglich einfachen Person, das vom Magenraum ausgeht. Dieser bildet irgendwo eine Aus-

buchtung oder Divertikel, welcher, öfter unter Vorschiebung der vorliegenden Schwammsubstanz, feltener ohne dieselbe die Oberfläche durchbricht. Sobald er das gethan hat, ist der neue Magenraum mit einem neuen Mundafter und zwar im Zusammenhange mit dem ursprünglichen fertig, — aus der Person wurde ein Kormus, aus dem Einzeltier eine Kolonie.

Unfere Fig. 45, pg. 157 zeigt uns einen Kalkschwamm (*Ascetta primordialis*), der eine einzelne Person bildet, Fig. 47 hingegen einen andern (*Ascandra pinus*), der eine baumförmige Kolonie ist; — die kleinen Anschwellungen an den Spitzen seiner Äste sind Erweiterungen seiner Magenräume, in welche die (runden, schwarz dargestellten) Mund-After-Öffnungen führen. Es kann das ganze System von Magenräumen einer Schwammkolonie mit einander kommunizieren, braucht es aber nicht zu thun, indessen geht das Vermögen, eine gewisse

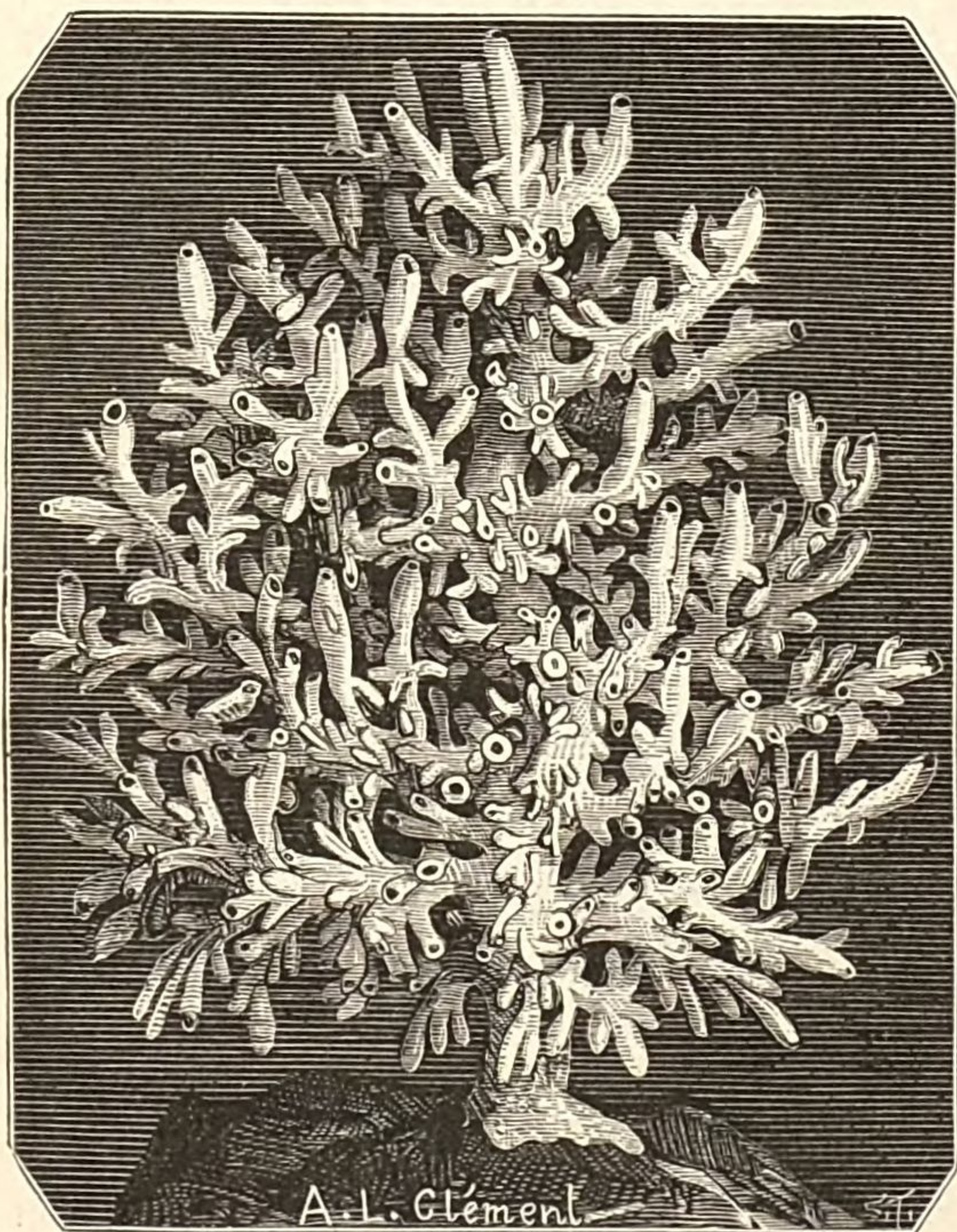


Fig. 47. *Ascandra pinus*, baumförmiger Kormus eines Kalkschwammes.

Selbständigkeit zu erlangen, bei den einzelnen Individuen eines Stockes nicht soweit (wenigstens ist kein Fall bekannt), daß sie sich loslösen könnten, so oft das auch bei manchen andern Coelenteraten geschieht. Eine künstliche Trennung vermögen manche aber leicht zu überdauern.

Die Verhältnisse, unter denen Magen und Aftermund bei den Schwämmen auftreten, sind übrigens auch sonst wunderbar genug. Sie

können nämlich durch Verwachsung vollkommen verschwinden, der Schwamm erleidet Aftomie oder Lipostomie und Agastrie oder Lipogastrie. Das kann einer Person, aber auch einer Kolonie widerfahren, und während dann ein Teil der Poren und der Kanäle als zuführend wirkt, fließt das entwertete Wasser durch einen andern Teil ab. Dann schlagen die Geißeln der mit Kragen versehenen Zellen in den Wimperkörben nicht mehr alle in centripetaler Richtung, sondern in einer quer durch den ganzen Körper hindurchgehenden, die einen strudeln das Wasser herein, die andern hinaus.

Alle diese Umstände tragen natürlich in hohem Grade dazu bei, die Systematik der Schwämme sehr wesentlich zu erschweren. Bisweilen ist man wirklich ratlos und weiß nicht, ob man es mit einer Person oder mit einer Kolonie zu thun hat, ob jene knollenförmige Masse und dies zierlich verästelte Bäumchen ein und derselben Art angehören. Erwähnung verdient es aber wiederholt, daß gerade die Tiefseeschwämme am wenigsten so schwankende Verhältnisse zeigen.

Wir unterscheiden folgende Ordnungen und Unterordnungen: 1) Kalkschwämme (*Calcarea*), die Nadeln bestehen aus kohlenfauerm Kalk und zeigen meist vier in einen Punkt zusammentretende Strahlen (entspr. den Axen einer dreiseitigen Pyramide). 2) Faserschwämme (*Fibrospongiae*); diese Ordnung enthält zunächst die Unterordnung der Einaxer (*Monactinellidae*), deren Skelett aus einaxigen Kieselnadeln besteht. Sie geht unter kontinuierlich verfolgbarem Schwund und Rücktritt der Kieselgebilde und statt dessen vermehrtem Hervortreten und schließlich alleinigem Überhandnehmen von aus Hornsubstanz gebildeten Fasern (Badeschwamm!) in die Untergruppe der Hornschwämme (*Ceratos* s. *Ceraospongiae*) über. Es ist sehr wahrscheinlich, daß auch ein Teil der Gummischwämme (*Myxospongiae*) aus dieser Gruppe unter Schwund der Skelettelemente hervorgegangen ist. Eine sehr eigenartige Gruppe der Hornschwämme bilden die Jodschwämme (*Aplysinidae*), deren Horngewebe beim Verbrennen einen ganz auffallenden Geruch von Jod von sich geben, während das Skelett der Hornschwämme, wovon sich jeder mittels eines Stückchens Badeschwamm leicht überzeugen kann, dabei einfach abscheulich, wie verbrannte Haare,

Pferdehufe oder Federn etwa, stinkt. 3) Vierstrahler (*Tetractinellidae*) sind Kiefelschwämme, deren vier charakteristische Nadeln gleichfalls den Axen einer dreiseitigen Pyramide entsprechen. Es scheint indessen, daß diese Vierstrahler zu Einstrahlern sich reduzieren (*Tethya*!) oder wohl auch ganz verloren gehen können (ein anderer Teil der Gummischwämme?).

Ihre höchste Entfaltung und ihre zierlichsten Bildungen gewinnen die Schwämme aber in der vierten Ordnung, in den Glaschwämmen (*Hexactinellidae* s. *Hyalospongiae*), deren äußerst mannigfach gestalteten kieseligen Skelettbildungen der Sechsstrahler, entsprechend dem Axensystem einer vierseitigen Doppelpyramide zu Grunde liegt.

Die Kalkschwämme sind meist klein und stellen entweder einzelne Personen von oft großer Einfachheit (*Ascetta primordialis* Fig. 45, 1) dar oder sie bilden Kolonien von manchmal zierlichen Formen (z. B. *Ascandra pinus* Fig. 47). Sie sind Bewohner des flacheren Wassers nahe der Küste, siedeln sich gern auf Algen an und kleiden bisweilen auch Felshöhlungen aus. Von den 30 auf der Challenger-Expedition gesammelten Arten stammten 27 aus den Schichten von einigen wenigen bis 150 Faden, nur 2 aus einer Tiefe von 450 Faden; von einer war das bathymetrische Vorkommen nicht bekannt.

Auch die Hornschwämme sind fast ausschließlich Bewohner des flachen Wassers. Die Ausbeute des Challenger betrug 34 Arten, davon waren zwei bei 220 und drei bei 400 Faden gefunden, der Rest stammte aus Tiefen oberhalb der Hundertfadenlinie.

Interessanter gestalten sich die Verhältnisse der Monaktinelliden betreffs des Vorkommens im tiefen Wasser. Diejenigen Formen, welche den Übergang zu den sogenannten Hornschwämmen machen, bei denen nur sehr wenige, oft fast bis zum Verschwinden rückgebildete Kiefelnadeln durch mächtig entwickelte Hornsubstanz in starken Fasern zusammengehalten werden, sodaß sie oft schwer von Hornschwämmen zu unterscheiden sind, finden sich auch wie diese meist im untiefen Wasser, während die Tieffeeformen oft den Habitus von Tetraktinelliden annehmen und bisweilen aus früher bereits entwickelten Gründen von einer merkwürdigen Regelmäßigkeit sind. Manche Arten (z. B. *Chon-*

drocladia longipinna aus 3000, *Chr. similis* aus 2385 und *Axoniderma mirabilis* aus 2250 Faden Tiefe) sehen aus wie die Gestelle von Regenschirmen: aus dem verdickten oberen Ende eines centralen Stieles strahlen radiär sehr regelmäßig feine und lange (25—50 Stück) Nadelbündel in einem nach unten offenen Winkel von 45^0 aus. Diese sonderbaren Spongien stammen alle drei von einem aus rotem Thon gebildeten Boden, und es ist sehr wahrscheinlich, daß sie mit dem centralen Stiel im Schlamme faßen und daß die peripherisch abstehenden Seitenbündel das Einsinken verhinderten.

Eine andere originelle Tieffeemonaktinellide ist *Radiella Sarsii* von Gestalt einer plan-konvexen oder flach bikonvexen Scheibe von der Größe eines 20 Pfennig- bis fast eines Markstücks, am Rande mit einer dichten Wimperzone frei hervortretender Kieselnadeln versehen. Häufig finden sich bei Tieffeemonaktinelliden Stiele, die bisweilen mit wurzelartigen Ausläufern (*Stylocordyla*) tote Muschelschalen und dergleichen umklammern und so festen Halt gewinnen.

Die schönste Form ist aber unstreitig *Esperiopsis Challengeri*, ein prachtvolles Geschöpf aus über 800 Faden Tiefe. Hier trägt ein graziler bis zu 20 Centimeter hoher Schaft an seiner einen Seite auf dünnen Stielen blattartige, runde, konvex-konkave Blätter bis zu 6 Centimeter Durchmesser, welche sich successive von oben nach unten verjüngen, sodaß das unterste ungefähr 1,5 Centimeter mißt. Die Stiele sind am untern Rande der auf der konvexen Oberfläche mit zahlreichen Löchern versehenen Blätter befestigt.

Unter dem vom Challenger gesammelten Materiale an Monaktinelliden entstammten 85 Arten einer Tiefe von 0—50, 55 einer solchen von 50—200, 46 waren zwischen 200 und 1000 und 24 endlich zwischen 1000 und 3000 Faden aufgefunden worden.

Die Schwämme mit Kieselkörpern, die teilweise vier Strahlen besitzen (*Tetractinellidae*), zerfallen in zwei Unterordnungen: *Lithistiden* und *Choristiden*. Die ersteren haben ein sehr massiges Skelett dicht verflochtener und verwobener Kieselkörper. Meist ist ihre Oberseite von einer feinen Haut überzogen, in welcher sehr dicht winzig kleine Skelettelemente in Gestalt von Spindeln, mit Knoten besetzten Stäbchen u. s. w.

eingestreut sind. Häufig ist auch die darunter liegende Fläche des infolge der Entwicklung der Nadeln steinartig harten Körpers durch besondere Bildungen ausgezeichnet, die bisweilen das Ansehen eines runden Buckelschildes gewinnen, aber immer sind in ihnen die Spuren einer vierstrahligen Nadel nachweisbar. Die Nadeln der Schwämme sind nämlich keine soliden Gebilde, sie haben vielmehr im Innern einen Kanal, der im Leben von organischer Substanz erfüllt ist und auf dessen Wandung sich nun der Kiesel in Gestalt feiner konzentrischer Schichten absetzt, zwischen welchen sich immer äußerst zarte, durch Glühen nachweisbare Häutchen von organischer Substanz befinden. Auch in den Schildchen der Lithistiden sind solche Kanäle vorhanden: drei stoßen in ihrer Platte unter Winkeln von 60° zusammen und der dritte, weit kürzere erhebt sich senkrecht zu ihnen in den Buckel des Schildchens.

Die Weichteile des Körpers sind bei diesen Steinschwämmen sehr zurückgetreten, ebenso ist das Kanalsystem sehr eng, aber im übrigen weichen die anatomischen Verhältnisse nicht von denen anderer Schwämme ab.

Wir kennen bis jetzt keine Lithistide aus sehr großen Tiefen, wie überhaupt die ganze Ordnung der Tetraktinelliden mehr dem flachen Wasser angehört. Zwischen 150—300 Faden scheinen, namentlich in den wärmeren Zonen, die Hauptwohnorte der Schwämme zu liegen.

Die Choristiden besitzen ein viel lockereres Skelett, weit stärker entwickelte Weichteile und ein weitläufigeres Kanalsystem. Meist sind sie äußerlich von einer mehr oder weniger dichten Schicht von eigenartigen Kieselkörpern überzogen (daher „Rindenschwämme“, Cortikaten): bald haben diese die Gestalt ziemlich ansehnlicher, mit kurzen Wärzchen oder Dörnchen bedeckter Kugeln (Geodiidae) oder von Sternen (Stellettiidae), oder sie stellen kleine kandelaberartige Körperchen dar (Plakiniidae). Sehr häufig sind Ankernadeln, die bisweilen (Ancorinidae) zur vorherrschenden Form werden können. Die meisten Arten finden sich nahe der Oberfläche des Meeres, häufig auf der Unterseite von Steinen oder in Höhlungen von Felsen. Am tiefsten gehen die Geodien (270 Faden) und Ancoriniden (228 Faden).

Es ist, wie weiter oben schon bemerkt, sehr wahrscheinlich, daß die Gummischwämme zum Teil degenerierte Nachkommen der Ordnung

der Tetraktinelliden sind, bei welchen die Skelettelemente bis auf einige Kieselsternchen verschwanden. Auch dürften manche Monaktinelliden (*Tethya* z. B.) durch Reduktion der Nadelstrahlen aus ihnen hervorgegangen sein.

Die schönsten Schwämme indessen, die Hexaktinelliden, sind in bedeutenderen Tiefen des Meeres in reicher Fülle entwickelt, ja sie sind die Tieffeeschwämme par excellence.

Die Gestalt dieser besonders im mikroskopischen Detail herrlichen Geschöpfe ist so mannigfach wie die der Schwämme überhaupt: die einen stellen hohe Körbe, zierliche Füllhörner, gestielte Keulen und Kelche, andere Vogelnester, Pilze und mannigfach verwachsene und verschlungene Röhren dar. Seltener sind massivere (magenlose), verästelte Formen oder einzelne einfache oder mäandrisch verbogene und verschlungene Blätter. In der Regel ist aber die äußere Gestalt der einzelnen Hexaktinellidenarten nur wenigen Veränderungen und geringen Varietäten unterworfen, was ja ihrem Wesen als Tieffeeschwämme vollkommen entspricht.

Den kieseligen Skelettelementen liegt fast immer der Sechsstrahler zu Grunde, er zeigt aber bei einem Individuum schon, mehr noch bei verschiedenen Arten die mannigfachsten Modifikationen in der Form. Teilweise beruhen dieselben auf verschiedenen Reduktionen einzelner Nadelstrahlen: häufig ist der Fünfstrahler, desgleichen der Vierstrahler unter Schwund der beiden eine kontinuierliche Axe darstellenden Strahlen, seltener zweier nicht in einer Linie gelegener. Dreistrahler finden sich oft genug, dann liegen entweder die Strahlen in einer Ebene, d. h. auf einer Axe steht senkrecht ein Strahl, oder aber die drei Strahlen sind Hälften der drei verschiedenen Axen. Durch Reduktion von vier in einer Fläche befindlichen Strahlen wird die Nadel zum kontinuierlichen Zweistrahler oder scheinbaren Einaxer und kann unter solchen Verhältnissen eine oft erstaunliche Länge erreichen.

Ein weiterer den Formenreichtum vermehrender Umstand ist der, daß die Strahlen einer Nadel in verschiedener Zahl, am häufigsten indessen alle oder einer, eigenartige Differenzierungen ihrer Oberfläche und Spitzen haben können. Da entwickeln sich ansehnliche Dornen

(Fig. 46, 10), oder die Spitze ist mit einem Schirm gekrönt, was am häufigsten bei gewissen Zweifstrahlern an beiden Enden vorkommt, sodaß sie aussehen wie zwei mit den Griffen aneinander gebundene Regenschirme (die sogenannten „Amphidiskien“ der Hyalonematiden Fig. 46, 7). Nicht selten sind lange Nadeln an dem einen Ende mit vier- oder zweiararmigen Ankern versehen (Fig. 46, 5). Wunderbare Gebilde kommen durch strahlige Auflösungen der Nadelspitzen zu stande. Dieselben bestehen dann etwa aus einfachen oder am Ende geknüpften oder mit Scheiben versehenen Stacheln oder aus verbreiterten elegant gekrümmten und regelmäßig arrangierten feinen Blättchen (Fig. 46, 11). Es giebt scheinbare schlanke Einaxer, deren eines Ende verdickt ist und eine Anzahl geknüpfter Keulen, bisweilen auch spitze Stacheln trägt (die sogenannten Befengabeln).

Auch die Verbindung der Nadeln ist verschieden: entweder sie liegen lose, nur durch die Substanz des Mesoderms in ihrer Lage gehalten nebeneinander, verschmelzen höchstens ganz oberflächlich (Unterordnung der Lyssakinen), oder aber die Mehrzahl der Nadeln, speziell reine Sechsftrahler legen sich mit ihren Schenkeln dergestalt aneinander, daß sie kubische oder quadratische Maschen umschließen, und verschmelzen zu einem oft sehr regelmäßigen Balkenwerk (Dictyoninen Fig. 46, 12), wobei die Kreuzungspunkte der Axen der einzelnen Nadeln von einem sekundären, in feinen Flächen durchbrochenen Oktaëder umschlossen sein können, was bei lebenden Hexaktinelliden (*Aulocystis*) sehr selten, bei fossilen (*Callodictyon*, *Marshallia*, *Becksia*, *Coeloptychium* etc.) um so häufiger ist.

Diese Nadelformen liegen im Schwammkörper nicht etwa ganz willkürlich zerstreut, sie sind vielmehr geordnet und auf gewisse Stellen verteilt, — sie sind infolge von Arbeitsteilung entstanden, und die meisten von ihnen haben ihre ganz spezielle physiologische Bedeutung für den Schwamm. Danach kann man zunächst Nadeln der Oberfläche der innern Wandung und der Innenfläche des Gastrovascularapparats unterscheiden, betont muß aber werden, daß sie alle Produkte des Mesoderms sind. Bei vielen Lyssakinen entwickeln sich aus sehr langen, einfachen oder am untern freien Ende mit Ankern versehenen Nadeln

Wurzelschöpfe, mittels welcher die Tiere im Sande oder Schlamm fester haften, oder aber sie entwickeln (Dictyoninen) aus verschmolzenen Nadeln bestehende, sehr engmaschige Wurzelplatten, mittels deren sie sich auf Steinen, Korallen u. f. w. befestigen. Gelegentlich kommen um den Mund herum Kränze oder Bärte längerer, freier Nadeln vor (die sogenannten Peristomkränze). Die meisten Lyssakinen stellen Einzelwesen dar, die meisten Dictyoninen sind Kolonien.

In ihrer Größe sind die Hexaktinelliden sehr verschieden und schwanken zwischen wenigen Millimetern und einem halben Meter (Höhe oder zugleich auch Durchmesser) und mehr (Poliopogon, Rhabdocalyptus, Sclerothamnus).

Die horizontale Verbreitung dieser Geschöpfe ist eine sehr weite, von den Shetland-Inseln im Norden bis zum 74° f. Br. im Süden reichende. Von den mittels der Dredgen und Trawlnetze vom Challenger untersuchten Lokalitäten enthielten 14.4% in der nördlich gemäßigten, 22.2% in der tropischen und 24.7% in der südlich gemäßigten Zone Hexaktinelliden. Im allgemeinen herrschen, wie Franz Eilhard Schulze, der ausgezeichnete Bearbeiter der Challenger-Glaschwämme, bemerkt, die Lyssakinen vor, namentlich in der südlich gemäßigten Zone, wo sie fünfmal so zahlreich an Arten als die Dictyoninen sind, während sie in der nördlich gemäßigten bloß zweimal und in der tropischen nur um 7% häufiger sind. Die Lyssakinen sind spärlich im Norden, reicher unter den Tropen, aber bei weitem am reichsten im Süden vertreten, die Dictyoninen hingegen präponderieren zwischen den Wendekreisen und nehmen nach dem Nord- und Südpole (und zwar nach ersterem etwas weniger als nach letzterem) hin an Artenzahl ab.

Was die bathymetrische Verbreitung der Hexaktinelliden betrifft, so finden sich zwischen 95 und 100 Faden bloß Lyssakinen, von 101 bis 1000 sind beide Gruppen fast gleich stark vertreten, aber unter 1000 Faden treten die Dictyoninen bedeutend zurück, sie sind mithin, wie wir sowohl aus ihrer horizontalen wie vertikalen Verteilung schließen können, an das warme Wasser mehr angepaßt als die Lyssakinen.

Folgende Liste bezieht sich auf die vertikale Verteilung der Hexaktinelliden:

Bathymetrische Verteilung der Challenger-Hexaktinelliden:

Tiefe in Faden	Anzahl der Dredsch- züge	Lyffakinen	Dictyoninen	Zusammen
95—500	63	} 31	} 28	43
501—1000	29			16
1001—1500	31	} 43	} 8	14
1501—2000	35			14
2001—2500	38			15
2501—3000	33			8

Am längsten gekannt von den Hexaktinelliden ist, wenn wir von einigen mehr erwähnten als beschriebenen und kaum deutbaren Formen älterer Zeit absehen, eine Lyffakine von Japan, der „wunderbare Glaschopf“ (*Hyalonema Sieboldii* s. *mirabile*), zubenannt. Der Körper dieses Schwammes hat eine kurzeirunde Gestalt, ist bis 15 Centimeter lang, oben mehr oder weniger abgestutzt und mit einem unregelmäßigen Gittergeflecht versehen. Auch seine Seiten sind mit einem sehr feinen, hauptsächlich aus sich regelmäßig aneinander legenden Vier- und Fünfstrahlern gebildeten Flechtwerk bedeckt, das wie feiner Musselin aussieht. Von Stelle zu Stelle finden sich größere runde Öffnungen von 6 bis 7 mm Durchmesser. Dieser Schwamm sitzt auf einem bis 60 Centimeter und länger und kleinfingerdick werdenden Schopf flachspiralig zusammengedrehter scheinbarer Einaxer oder Zweistrahler, die am unteren Ende bei sehr gut erhaltenen Exemplaren teilweise mit vierarmigen Ankern versehen sind. In seiner unteren Hälfte ist der Schopf oder Stiel glatt, in der oberen aber fast immer von einer Kolonie dicht nebeneinander sitzender Polypen (*Palythoa fatua*) flach umwachsen, also jedenfalls so weit, wie er nicht im Schlamm sitzt.

Die wissenschaftliche Geschichte des *Hyalonema*, das auf eine beträchtliche Litteratur blicken kann, ist sehr interessant. Zuerst lernte man unter allerlei japanischen Kuriositäten die bloßen, mit dem Polypen besetzten Schöpfe kennen, welche von den Japanern gern gruppenweise in durchlöchernte Steine gesteckt und mit angehängten Rocheneiern (soge-

nannten Seemäusen) ausgestattet werden. Diesen Schopf mit feinen Schmarotzern beschrieb 1832 der alte Direktor des britischen Museums,

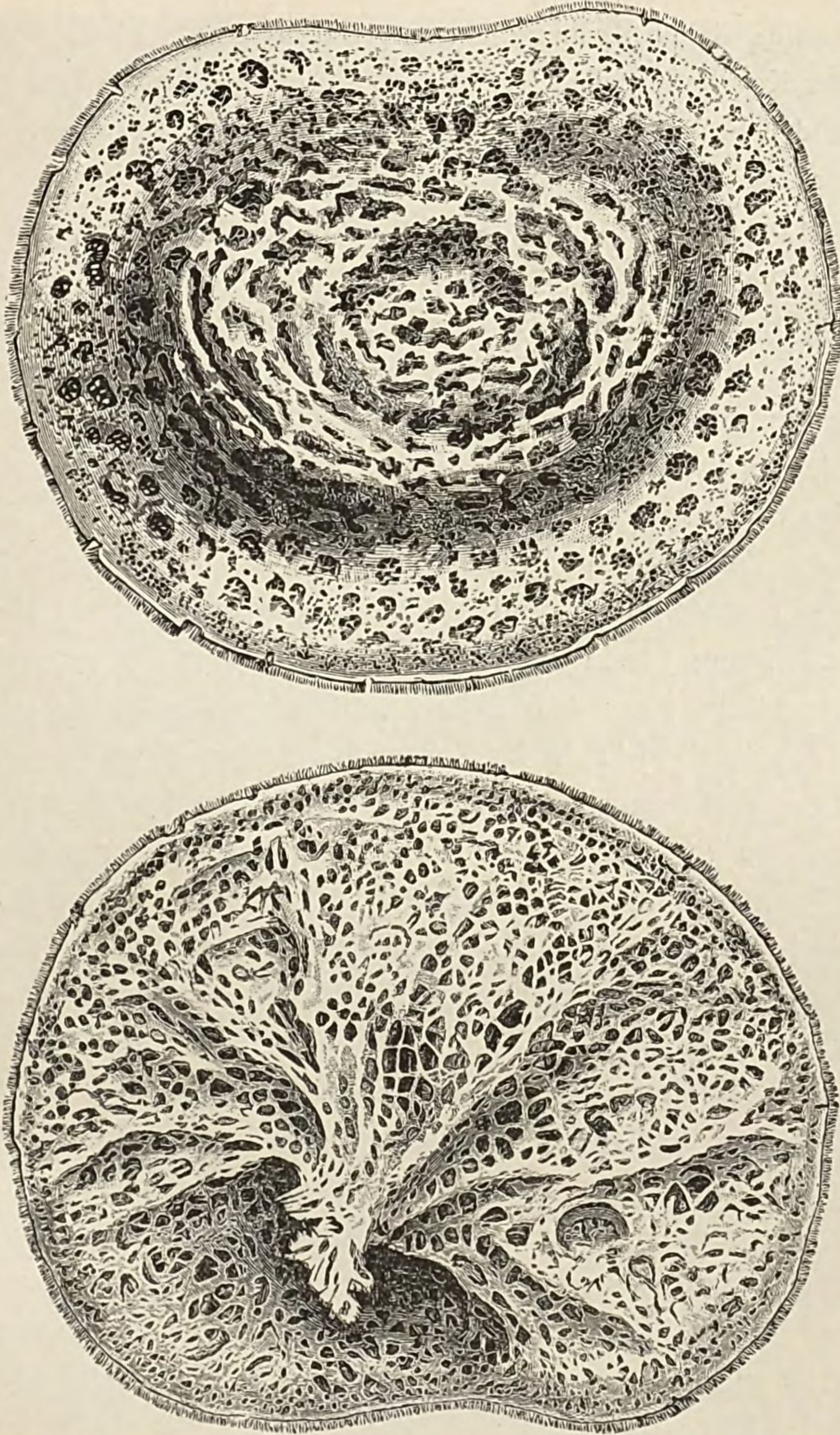


Fig. 48. *Hyalonema toxeres* (Wyville Thomson) aus 1312 Faden Tiefe nat. Gr.
a) von oben, b) von unten; der Wurzelschopf ist ausgerissen.

John Edward Gray, als eine gorgonidenartige Koralle mit Kieselaxe und folgte damit einer Anschauung, welche noch 27 Jahre später von Brandt in Petersburg geteilt wurde. Letzterer kannte aber doch schon den Schwamm, dessen Kreuznadeln er erwähnt, glaubt aber, derselbe sei ein auf der Koralle angesiedelter Parasit, also gerade umgekehrt, wie es in Wahrheit der Fall ist. 1867 lernte auch Gray den Schwamm kennen, welchen er *Carteria japonica* nannte, und meinte, die Japaner pflegten gelegentlich die Gorgonide anstatt in Steine in einen Schwamm zu stecken. Erst der große Bonner Mikroskopiker Max Schultze that die Zusammengehörigkeit beider Stücke als Teile eines einzigen Organismus dar, verfiel aber in einen andern Fehler, indem er den Wurzelschopf nicht als solchen auffaßte, sondern als eine Art von Mundkranz. Daher bildet er auch den Schwamm verkehrt stehend ab; Claus war der erste, der die richtige Stellung erkannte.

Seit der Zeit sind eine ganze Reihe von Arten und Varietäten des *Hyalonema* aufgefunden und beschrieben worden. Sie haben eine weite Verbreitung, denn man kennt gegenwärtig Formen aus den japanischen Meeren, aus dem stillen, indischen und atlantischen Ozean, hier von den Shetland-Inseln im Norden bis Tristan d'Acunha im Süden und von der portugiesischen Küste im Osten bis zu dem Meerbusen von Mexiko im Westen. Bei *Hyalonema toxeres* von der westindischen Insel St. Thomas (Fig. 48) ist der Körper im Verhältnis zu seiner Höhe breiter als bei der altbekannten japanischen. Leider waren die Exemplare immer während des Fanges mit dem Grundnetze von ihrem Wurzelschopf abgerissen.

Ein dem *Hyalonema* nahe verwandtes Geschlecht (*Pheronema*) wurde 1868 von dem amerikanischen Forscher Leidy auf eine Hexaktinellide von St. Louis gegründet. Die Arten dieser Gattung haben keinen einfachen, gewundenen, langen Wurzelschopf im Centrum, seine Nadeln sind vielmehr voneinander gelöst und dringen von der Unterseite des Körpers allerwärts in den Schlamm des Meeresbodens ein. Die Gestalt dieser Schwämme (Fig. 49) ist becher- oder nestförmig. Die abgebildete Art *Parfaiti* stammt von der afrikanischen Westküste aus Tiefen bis zu 656, vielleicht bis zu 1500 Faden.

Eine der größten Lyffakinen ist das *Askonema setubalense*, das an verschiedenen Stellen der portugiesischen und afrikanischen Westküste



Fig. 49. *Pheronema Parfaiti*, H. Filhol, aus 656 Faden Tiefe.

in verhältnismäßig nicht sehr bedeutenden Tiefen aufgefunden wurde. Es stellt einen meist ziemlich dünnwandigen, gelegentlich aber auch dick-

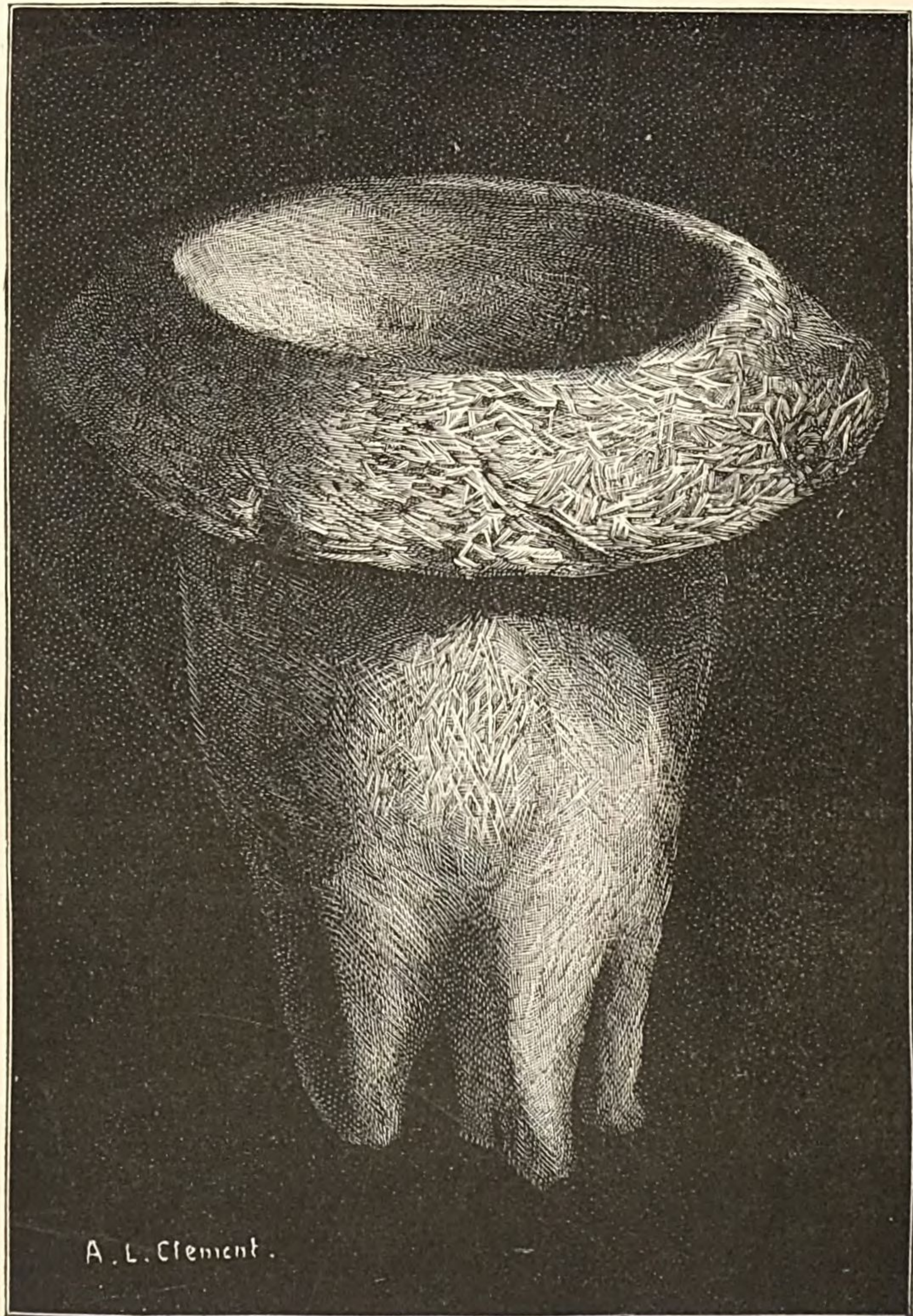


Fig. 50. *Askonema setubalense*, Sav. Kent.

wandigen Becher (Fig. 50) dar, der bisweilen einen Durchmesser von 3 Fuß erreichen kann.

Die elegantesten Formen unter den Hexaktinelliden gehören der

Lyffakinen-Familie der Euplektellen oder, wie man sie auch genannt hat, der „Venusblumenkörbe“ an. Es sind ansehnliche hohle Gebilde von Gestalt schlanker, oft elegant gekrümmter, auf der Spitze stehender Kegel oder in der Mitte meist etwas verbreiteter Cylinder. In der Regel haben sie reiche Wurzelschöpfe, welche, wie auch die Wandungen des Schwammes das Ansehen gesponnenen Glases haben. Oben ist die Röhre von einem konvexen unregelmäßigen Gitterwerk, einer „Siebplatte“ überdeckt. Die Wandungen bestehen aus vertikalen, horizontalen und transversalen Nadelbündeln, die sich mehr oder weniger regelmäßig verflechten, und zwischen denen größere runde direkt in den innern Hohlraum führende Löcher sich befinden. Die Außenseite ist bei wohlerhaltenen Exemplaren mit einem dichten Filz regelmäßig angeordneter Nadeln überzogen, die manchmal in undeutlich spiraligen Zügen sich arrangieren und gleichfalls spiralig vorspringenden Rippen des Wandungsgewebes aufgelagert sind. Die Tiere sind Einzelindividuen: der große centrale Hohlraum ist der Magenraum, in dem dichten Wandungsgewebe resp. in den Rippen befindet sich das Kanalsystem und die bei allen Hexaktinelliden sehr eigenartigen, sack- oder bienenkorbformigen, verhältnismäßig ansehnlichen Geißelkammern.

Nächst den Hyalonemen sind die Euplektellen am längsten gekannt, und F. E. Schulze hat die Formen in 13 Gattungen mit 23 Arten verteilt, die eine weite Verbreitung im ganzen atlantischen und indischen sowie im mittleren und südlichen stillen Ozean haben.

Die am ersten während der Reise der französischen Fregatte *Astrolabe* in den Gewässern der Molukken aufgefundene Art wurde von Quoy und Gaimard (1833) unter dem Namen „*Alcyoncellum speciosum*“ ungenügend und ohne mikroskopische Analyse der Nadeln beschrieben. Das eine bekannte Exemplar dieses Schwammes (Tafel I, Fig. 1) ist offenbar stark ausgewaschen und seines Oberflächen-Gewebes beraubt. Das Hauptgerüst zeigt ähnliche Verhältnisse, wie das der gewöhnlichen Euplektellen, ist aber unregelmäßiger, verworrner.

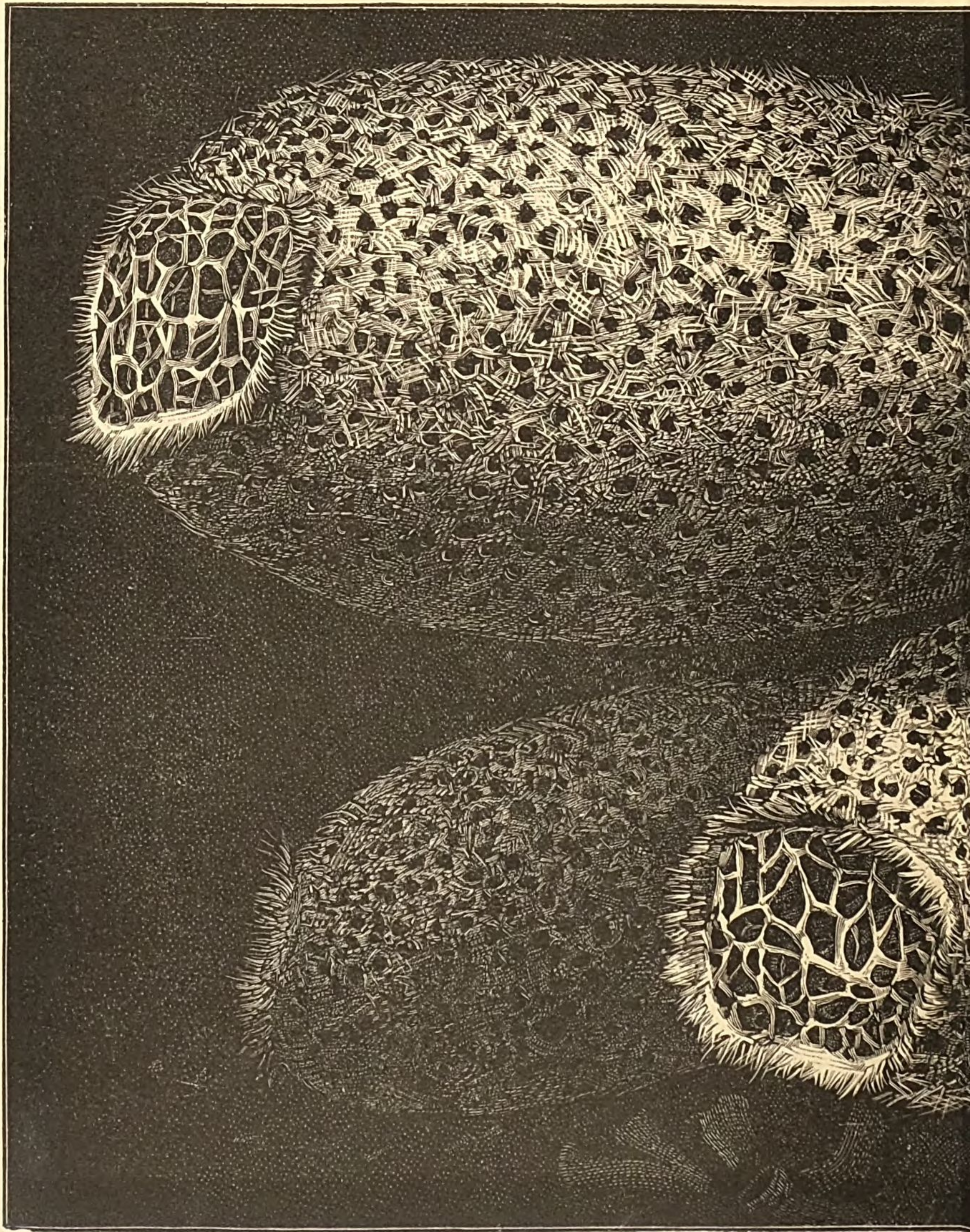
Acht Jahre später gab Richard Owen zunächst eine kurze Beschreibung eines andern, von den Philippinen überlandten Schwammes unter dem Namen *Euplectella aspergillum* (Tafel I, Fig. 2), der er

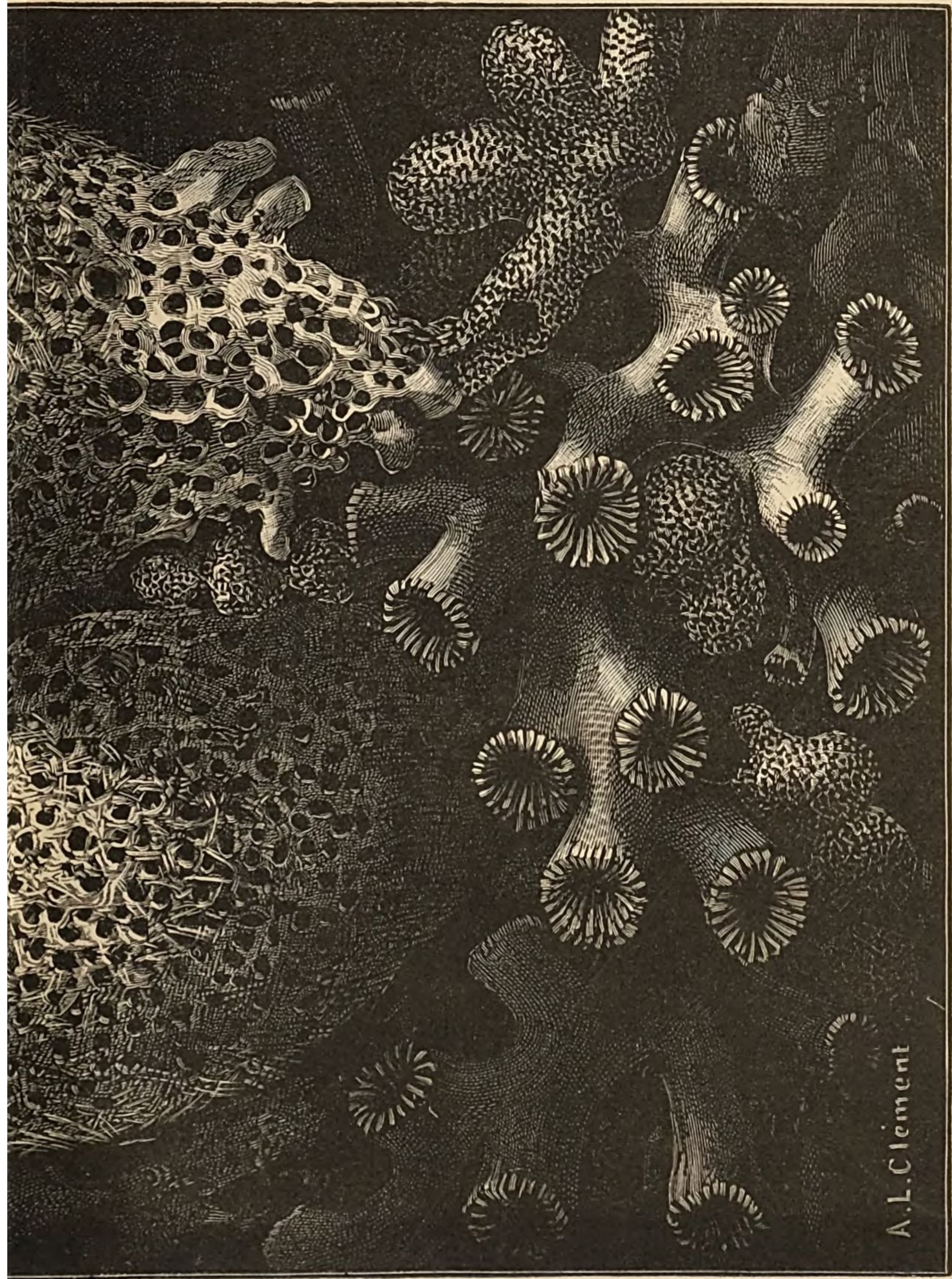
später eine ausführliche Arbeit folgen ließ. Eine zweite Art von den Seychellen machte er als *Eupl. cucumer* bekannt.

Die erstere Spezies ist von großer Schönheit, einmal durch die Regelmäßigkeit, mit welcher ihre Nadeln verflochten sind, dann aber namentlich auch durch die elegante, füllhornartige, leicht gekrümmte Gestalt und durch die spiralige Anordnung der Außenrippen. Noch vor 20 Jahren wurden diese wundervollen Gebilde mit hohen Preisen bezahlt, gegenwärtig sind sie aber von Cebu, wo sie in dem benachbarten Meere stellenweise sehr gemein sein müssen, in solchen Mengen eingeführt, daß sich jeder für ein paar Mark den Schwamm kaufen kann, der, unter einer Glasglocke oder in einem an der Rückwand mit schwarzem Samme ausge schlagenen Glaskasten aufgestellt, ein reizender Zimmerschmuck ist. Diese *Euplectella* (deutsch „die Schöngewobene“ und *aspergillum*, die Gießkanne, wegen der brauseartig durchbrochenen Siebplatte) zeichnet sich vor den meisten übrigen *Lyssakinen* dadurch aus, daß im vollwüchsigem Zustande ein Hauptteil der Nadeln, welche das Gerüst der Wandung bilden, oberflächlich durch sekundär aufgelagerte Kieselsubstanz miteinander verschmilzt. In der Jugend sind alle Skelettelemente unvereinigt.

Sehr nahe verwandt mit der Gattung *Euplectella* ist *Trichaptella elegans*, welche während der Fahrt des *Talisman* an der marokkanischen Küste in einer Tiefe von 480 Fad. auf einer Koralle (*Lophohelia*, Taf. II) aufgewachsen gedredht wurde. Die Basis dieses Schwammes entwickelt keinen Wurzelschopf, besteht vielmehr aus miteinander verschmolzenen Nadeln, die ein sehr festes Flechtwerk darstellen. Der übrige Körper des Schwammes ist nach der Beschreibung und Abbildung, welche Filhol davon giebt, in der Mitte erweitert und giebt dem Drucke nach. Um den Rand der unregelmäßig durchbrochenen Siebplatte steht ein Kranz längerer Kiefelnadeln.

Die Figuren und die von Filhol mitgeteilte Charakteristik der *Trichaptella*, namentlich die Thatfache, daß ihr Nadelwerk unten teilweise verschmolzen, oben aber frei ist, erinnern sehr an Owen's *Euplectella cucumer*, die vielleicht nur ein stärker ausgewaschenes Exemplar der marokkanischen Art ist.





Drei Exemplare einer Hexactinellide (*Trichaptella elegans*).

(Auf einer Kolonie von *Lophohelia* angefügt.)

Im Vordergrund und rechts *Aphrocallistes*.

Erwähnenswert ist noch, daß, wie das *Hyalonema* auf seinem Wurzelschopfe fast ausnahmslos von der *Palythoa* besetzt ist, so in *Euplectella aspergillum* und auch in der schönen, eleganten *Eupl. Owenii* von Japan beinahe konstant ein Pärchen kleiner Krebse sich findet. Da diese viel zu groß sind, um aus den Öffnungen des Schwammes herauskommen zu können, so sitzen sie in seinem Leibesraum wie Vögel in einem Käfig. Selbstredend sind sie als kleine Jugendformen, vielleicht als Larven in ihr Ehebett und freiwilliges, schützendes Gefängnis eingedrungen. Die Japanesen haben diese Beobachtung auch gemacht und betrachten diese Krebschen als ein verstorbenes Ehepärchen, bezeichnen sie als solche, „die mit einander alt geworden und begraben sind“, und sehen in dem schönen Schwamm deren Mausoleum. Die Höhlungen und Gänge der Schwämme sind überhaupt beliebte Schlupfwinkel für eine große Menge wehrloser Seetiere, denn einmal werden die meisten infolge der Entwicklung ihres Skeletts keine schmackhafte Bissen sein, manche mögen außerdem noch giftige Eigenschaften besitzen, wenigstens stinken einige (z. B. die *Geodien*) ganz abscheulich.

Auch eine andere Hexaktinellide (*Aphrocallistes Bocagei*) ist meist vergesellschaftet mit einem kleinen Krebs (*Galathea spongicola*, f. Tafel III). Es ist übrigens *Aphrocallistes* eine der schönsten Hexaktinelliden mit verschmolzenem Nadelwerk (*Dictyoniden*). Sie stellt ansehnliche unregelmäßige Röhren dar, welche nach unten gerichtete, fingerhutförmige Ausfackungen haben. Das Skelett hat kästchenartige, regelmäßig gestellte Öffnungen in seiner Wandung, und stellenweise spannen sich quer in dem großen Innenraum eigentümliche Siebe aus. In der Regel wächst der schöne Schwamm auf Steinen oder noch lieber auf Korallen.

Die Hexaktinelliden sind ein sehr alter Zweig der Schwammfamilie und waren besonders in der Zeit des weißen Juras und der Kreide reich entwickelt.

Sechstes Kapitel.

Hohltiere (Coelenterata) der Tieffee.

2. Polypen und Quallen (Cnidaria).

Die übrigen Hohltiere, die Polypen und Quallen hat man mit dem Namen der Knidarien „Nesseltiere“ (von *ῥ' κνίδη*, die Nessel) deshalb bezeichnet, weil sie mit wenig Ausnahmen im Besitz eigentümlicher Organe, der Nesselorgane, sind, mittels welcher sie beim Menschen, und manche in hohem Grade, ein lebhaft brennendes Gefühl auf der berührenden Haut erregen. Diese Nesselorgane sind umgeformte Zellen des Ekto-, manchmal auch des Entoderms. Aus dem Inhalt einer jeden solchen Zelle bildet sich eine zartwandige innere Kapsel, welche einen eigentümlichen, spiralig aufgerollten und meist mit Widerhaken am freien Ende besetzten winzigen Faden und ein flüssiges spezifisches Gift (der Ameisensäure vielleicht nahestehend?) enthält. Nach außen verlängert sich die Mutterzelle (der Knidoblast) des ganzen Apparats in einen über das Niveau der Körperoberfläche hervorragenden zapfenartigen Fortsatz (das Knidostyl). Ein geringer Druck auf dies Knidostyl genügt, daß infolge des Reizes und unter Kontraktionserrscheinungen die Wandung der Kapsel mit einer gewissen Gewalt platzt und der Nesselfaden mit dem Gift hervorgeschleudert wird. Meist stehen die Knidoblasten gruppenweise als sogenannte Nesselbatterien zusammen und können, wenn sie zahlreich und groß sind, auch für den Menschen bedenklich werden, wie an dem ansehnlichen f. g. portugiesischen Kriegsschiff oder der Blasenqualle (*Physalia*). Zu Hapsal, einem Seebad an der esthnischen Küste der Insel Dagö gegenüber, benutzt man die in der Ostsee gemeine Scheibenqualle (*Aurelia aurita*) mit gutem Erfolge gegen gewisse Arten von Nervenlähmungen, indem man sie direkt oder mit Schlamm verrieben, — denn die Nesselfähigkeit hört nicht gleich mit dem Leben auf! — örtlich auflegt oder sie auch als Zusatz zu Bädern gebraucht.

Was die allgemeine Leibesgestalt der Knidarien angeht, so können wir sagen, dieselbe sei glockenförmig mit verschiedener Höhe. Der Rand der Glocke springt in der Regel in verschiedenem Umfange diaphragma-

artig nach innen vor und umgiebt die Mundafter-Öffnung, welche in den centralen Magenraum führt. Dieser kann einfach schlauchartig sein oder er kann in die Körpermasse eindringende Seitenräume entwickeln, welche von sehr verschiedenem Umfange sein können: einmal sind sie einfach in der Längsrichtung des Körpers liegende Nischen, zwischen welchen die Leibeswand kulissen- oder septenartig vorspringt, im andern Extrem lösen sie sich in mannigfach verzweigte und miteinander in verbindenden Zusammenhang tretende Kanäle auf, welche die ganze Wandungsmasse des Körpers durchziehen.

Die Geschöpfe sind, wie die Schwämme, entweder Einzelindividuen oder sie bilden Kolonien und kommen in beiden Fällen feststehend oder freibeweglich vor. Im ersteren Falle sind sie mit dem aboralen Pole angeheftet und entwickeln meistens Skelette, entweder feste, umfangreiche, in der Regel kalkige im Mesoderm, — oder hornige als eine äußere schützende Ausscheidung des Ektoderms. Die freischwimmenden Formen sind skelettlos, wenn schon sich in ihnen eine oft ansehnliche und bisweilen ziemlich fest werdende Gallertmasse entwickelt.

Sehr häufig finden sich unter den Nesseltieren Kolonien bildende Formen, bei denen die einzelnen Individuen sich entweder zeitweilig loslösen, oder, in derselben Skelettmasse befindlich, in einer oberflächlichen Beziehung zu einander verbleiben, oder endlich durch den kontinuierlichen Zusammenhang der Magen Hohlräume, aus denen sie durch seitliche Sprossung oder Divertikelbildung hervorgegangen waren, Kolonien darstellen, die man als Tierindividuen zweiter Ordnung auffassen kann. Die Teilnehmer an einer solchen Stockbildung können untereinander, abgesehen von ganz nebenfächlichen Unterschieden in der Größe, ganz gleich sein, oder es tritt eine Arbeitsteilung bei ihnen auf, der zufolge sie, als im Dienste verschiedener Funktionen stehend, auch eine verschiedene Organisation annehmen. Wird ein solches Individuum zweiter Ordnung mit zusammenhängenden Magen-

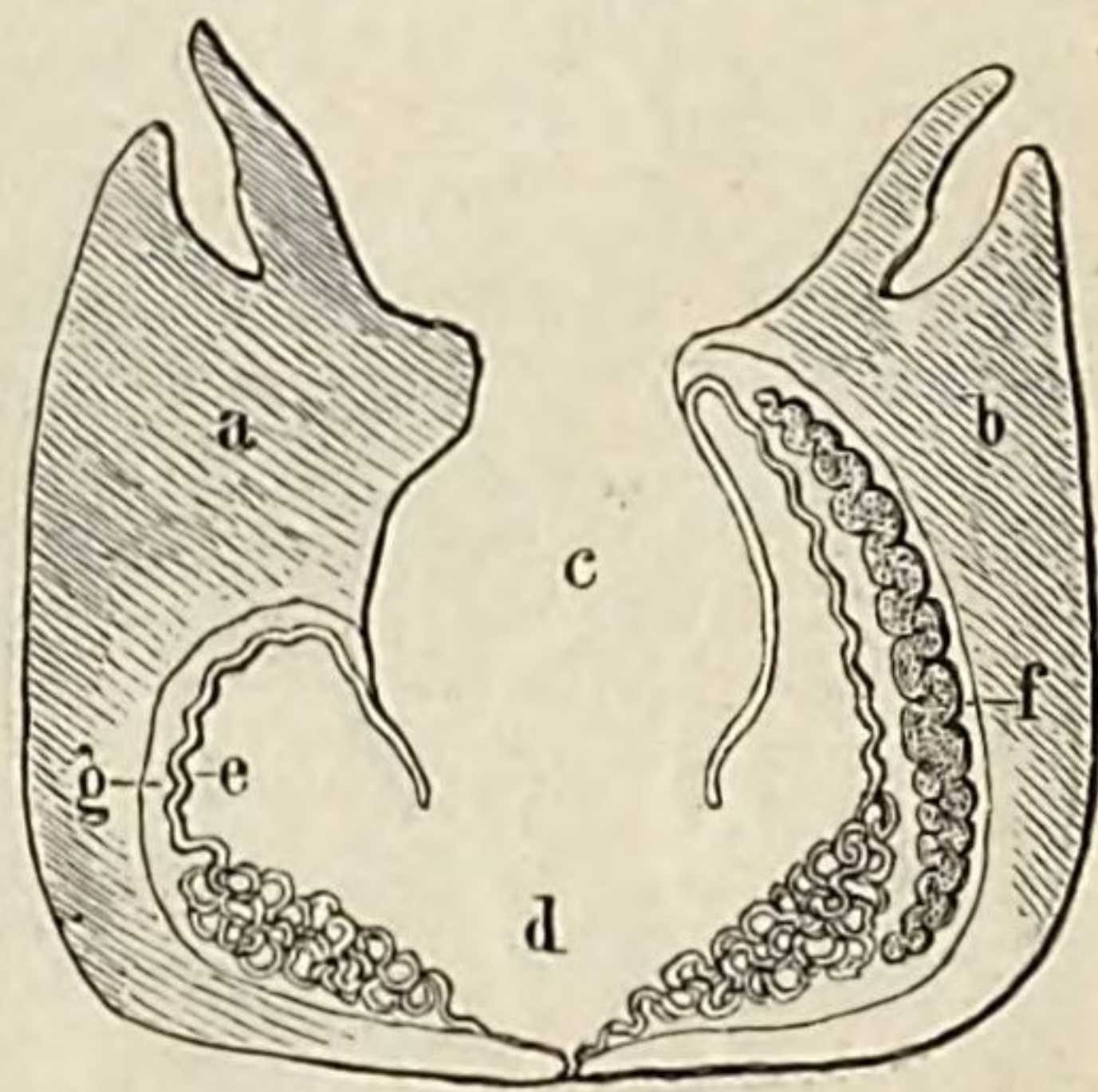


Fig. 51. Längsschnitt durch eine Aktinie. a Septum, b interseptale Körperwand, c Magen, d Leibeshöhle, e die sogenannten Mesenterialfäcke, g Gekröse, f Eierstock.

räumen gar noch freibeweglich, so kann es völlig den Eindruck eines ursprünglichen Einzelwesens machen, und die durch Arbeitsteilung verschiedenen organisierten Stockgenossen erscheinen dann ganz wie Organe.

Die Fähigkeit der Hohltiere überhaupt Knospen zu treiben, ist

eine besondere Art des Wachstums und zwar eine solche, an der wir den Zusammenhang und die Zusammengehörigkeit von Wachstum und Fortpflanzung gut studieren können.

Alle tierischen Individuen haben ein bestimmtes Größenmaß und bei den meisten tritt die Fortpflanzungsfähigkeit ein, wenn dieses erreicht ist, indem dann ein Teil der genossenen Nahrung, wie während des Wachstums selbst zur Erhaltung des status quo des betreffenden Geschöpfes dient, ein anderer aber, der vorher zur Erlangung der Maximalgröße mit verwendet worden war, jetzt, da diese erreicht

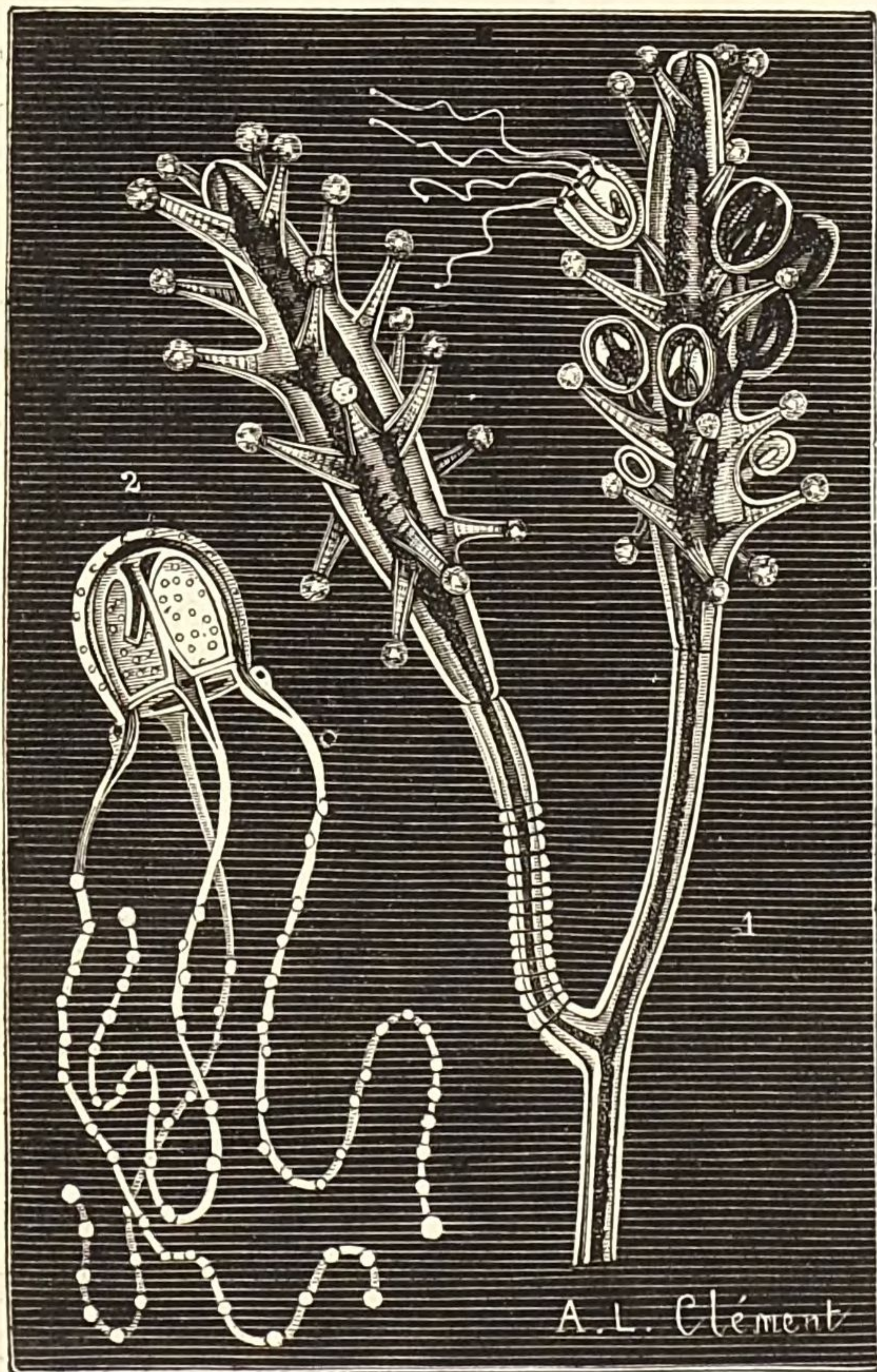


Fig. 52. Generationswechsel eines Hydroidpolypen (*Syncoryne eximia*). 1) Polypenstadium (Kolonie) mit Knospen, deren eine als reife Geschlechtsknospe (oben rechts) mit flottierenden Tentakeln zum Loslösen reif ist. 2) Die losgelöste Geschlechtsknospe (Qualle).

ist, zur Erzeugung neuer Individuen benutzt wird. Dieselbe Polypenart kann im nahrungsarmen Wasser ein Einzelindividuum bleiben, während sie unter günstigen Ernährungsverhältnissen üppig wächst, aber dieses Wachstum durch Anlage von Knospen bethätigt. Wenn,

wie bei einem Süßwasserpolyphen (Hydra), sich diese Knospen durch einen sich in der Kolonie vollziehenden Selbstteilungsprozeß loslösen, wird das Wachstum unmittelbar zur Fortpflanzung. Bringen wir einen solchen knospenreichen Polypen aus günstigen Lebensbedingungen in ungünstige, wo es ihm also nicht mehr möglich ist, die ganze Kolonie, die auf auskömmlichere Verhältnisse eingerichtet war, zu erhalten, so können wir zweierlei beobachten: einmal, daß sich die Knospen, wenn sie schon einen gewissen Grad der Selbständigkeit erreicht haben, der sie befähigt, durch einen eigenen Mund und mittels eigener Fangarme Beute zu machen und sich unabhängig zu ernähren, loslösen, um die Konkurrenz mit den Stockgenossen zu verringern und wo anders auf eigene Faust ihr Heil zu versuchen. Wir können ein anderes Mal aber auch beobachten, wie der Erstlingspolyp, das Muttertier gewissermaßen, die noch jungen, mundlosen Knospen einzieht, d. h. er verbraucht das an ihre Bildung verwendete Material, durch Hunger getrieben, wieder für sich.

Es kann aber in einer solchen Polypenkolonie, wie wir schon hervor-

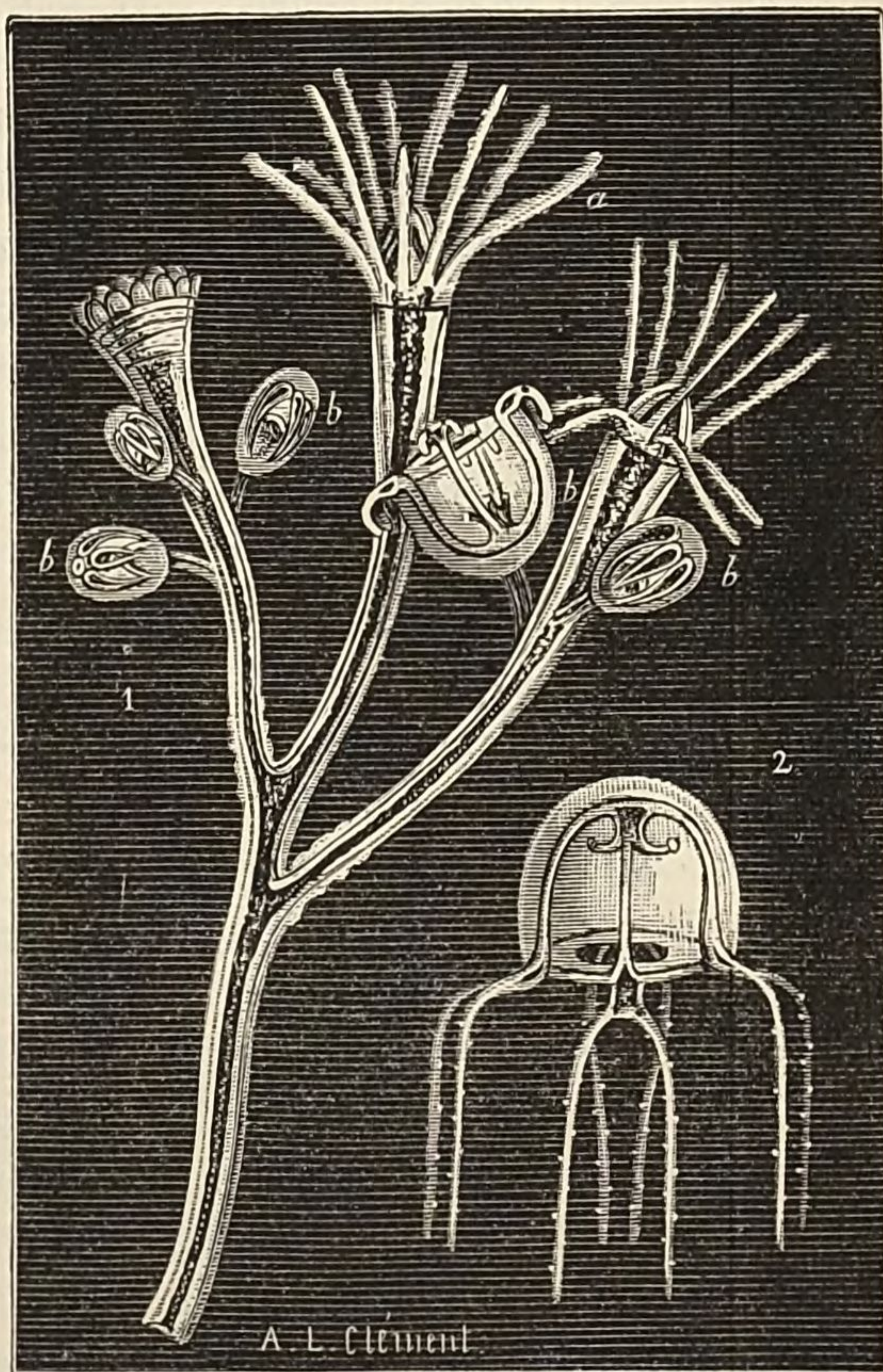


Fig. 53. Generationswechsel von *Bougainvillia ramosa* (Hydroidpolyp). 1) Polypenkolonie, a Nährpolyp mit Fangarmen, b Geschlechtsknospen in verschiedenem Grade der Entwicklung. 2) Die losgelöste Geschlechtsknospe.

gehoben haben, mit den Knospen eine Arbeitsteilung vor sich gehen: die einen werden als Schwimmglocken zu Apparaten der Bewegung oder unter Umständen als Wurzelstolonien der Befestigung, andere des Schutzes, des Fanges, der Ernährung und der Fortpflanzung. Während alle andern Organindividuen oder individuelle Organe im Dienste der Erhaltung des Individuums zweiter Ordnung als Individuums stehen, stehen die individuellen Fortpflanzungsorgane im Dienste der Art, um deren Fortdauer zu garantieren. Unter Umständen brauchen diese Geschlechtsknospen der Kolonie keine besonderen Bewegungsapparate, sie können dann ihren Polypencharakter bewahren, günstiger indessen ist es, wenn der Art die Möglichkeit geboten ist, den Kreis ihrer Verbreitung durch eine größere Beweglichkeit der Geschlechtsknospen zu erweitern. Unter solchen Umständen entwickelt dieser Fortpflanzungsproß lokomotorische Hilfsmittel, wie sie einem Polypen nicht zukommen, er wird mit anderen Worten durch Anpassung an seine neue Mission zur Qualle, also scheinbar zu einem ganz eigenartigen Dinge und neuen Individuum, das bisweilen erst nach der Loslösung vom mütterlichen Stocke seine Vollendung erreicht, selbständig frißt, wächst und reiche Genitalprodukte produziert. Aus den Eiern der weiblichen Quallen geht nach der Befruchtung ein eigentümliches kleines eirundes, außen mit Flimmerhaaren besetztes Wesen, eine Schwärmlarve hervor, welche sich, nachdem sie eine Zeitlang herumgeschwommen ist, festsetzt und wächst, bis sie ihre individuelle Maximalgröße erreicht hat; sie treibt dann Knospen und bildet so wieder eine Kolonie mit allen den verschiedenen Organindividuen, unter anderen auch mit den sich als Quallen loslösenden Geschlechtsknospen. So gewinnt es den Anschein, als ob auf eine geschlechtslose Polypengeneration eine geschlechtliche Quallengeneration und auf diese wieder eine geschlechtslose Polypengeneration folge u. f. f., es ist zur Bildung eines Generationswechsels gekommen, der auf dem Teilungsvermögen der Coelenteraten beruht und bei dem eine jede Generation nicht der elterlichen, sondern der großelterlichen gleicht.

Diese Art des Generationswechsels findet sich bei den Hydroidpolypen (Fig. 52 u. Fig. 53).

In anderer Art vollzieht sich derselbe bei den Scheibenquallen, ist aber auch hier auf das Teilungsvermögen der Hohltiere zurückzuführen. Aus dem Ei der gewöhnlichen Qualle (Fig. 54, 2) entwickelt sich eine gleichfalls wimpernde Larve, die, oval und dabei abgeplattet, die Gestalt eines Damenmedaillons hat und innen hohl ist. Nach geraumer Zeit des freien Umherchwärmens setzt sich dies, mit dem wissenschaftlichen Namen „Planula“ (Flachling) bezeichnete Geschöpf mit dem einen Pole fest, verbreitert seinen Körper am andern und wird birnförmig. Darauf entwickelt sich am feststehenden Ende eine Art kurzen Stiels, der sich mit einer hornartigen (chitinösen) Ausscheidung überzieht. Am freien Ende bricht der innere Hohlraum durch, womit eine Mundafter-Öffnung und ein Magenraum gebildet ist. Um die centrale Öffnung erheben sich am Rande des etwas abgeflachten Vorderendes zapfenartige Vorsprünge der Körperwand in folgender Zahl und Reihenfolge: 1, 2, 4, 8, 16, — das sind die Tentakeln oder Fangarme, und im Magenraum entstehen durch dessen seitliche Ausfackungen vier Längsleisten. So ist aus der Planula der Meduse ein Polyp einfachster Art, ein Scyphistoma*) hervorgegangen (Fig. 54, 1).

Dieses Scyphistoma nährt sich nach Art eines Polypen, es wächst von einer Größe von 1,5 bis auf 3,5 mm, und seine vordere Hälfte erleidet eine Reihe hintereinander gelegener ringförmiger Einschnürungen, während der hintere Teil sich etwas aufbläht. Dabei tritt eine Verkürzung, aber Verbreiterung, der Tentakeln ein und an den vordersten Einschnürungsstellen entwickeln sich lappenartige Fortsätze: das Scyphistoma ist zur Strobila (Fig. 54, 2 u. 3) geworden. Die äußern Einschnürungen schreiten centripetal zur Mitte des Magenraumes fort, sodaß dieser in seinem vorderen Abschnitte in eine Reihe hintereinander gelegener, durch Löcher in dem Zwischenboden miteinander zusammenhängender Kammern zerlegt wird. Dieser Prozeß der Strobilation schreitet von vorn nach hinten kontinuierlich fort (Fig. 54, 3), so daß schließlich eine ganze Anzahl am Rande

*) Es ist bedauerlich, wenn in den ersten und verbreitetsten Hand- und Lehrbüchern der Zoologie die Scyphistoma steht. Das Wort leitet sich ab von *ὁ σκύφος*, der Becher und *τὸ στόμα*, der Mund! Man wende nicht ein, daß dies gleichgültig sei, eine solche Behauptung verrät wenig Urteil.

mit 8 zweiteiligen Lappenanhängen versehene flache Schalen wie ein Satz Teller in einander stecken. Endlich löst sich die oberste Schale los und stellt eine flache Scheibe dar, welche im Scheitel ein kleines Loch, gewissermaßen eine Narbe des Zusammenhangs mit der Strobila, einen

Nabel, wenn man will, hat. Dieses Loch führt in den losgeschnürten Teil des alten Magenraums des Scyphistoma, welcher sich seitlich in die lappenartigen Anhänge fortsetzt und vorn bis auf eine offene Röhre geschlossen ist. Die Scheibe dreht sich um, sodass der Eingang zur Röhre sich unterhalb befindet, — eine junge Qualle, eine Ephyra (Fig. 54, 4 u. 5) ist fertig. So löst sich eine nach der andern von der Strobila los; die Spur des alten Zusammenhanges, das Scheitelloch, verschwindet bald, die offene Röhre unten wird zum Mundstiel der Qualle, die seitlichen Fortsätze des

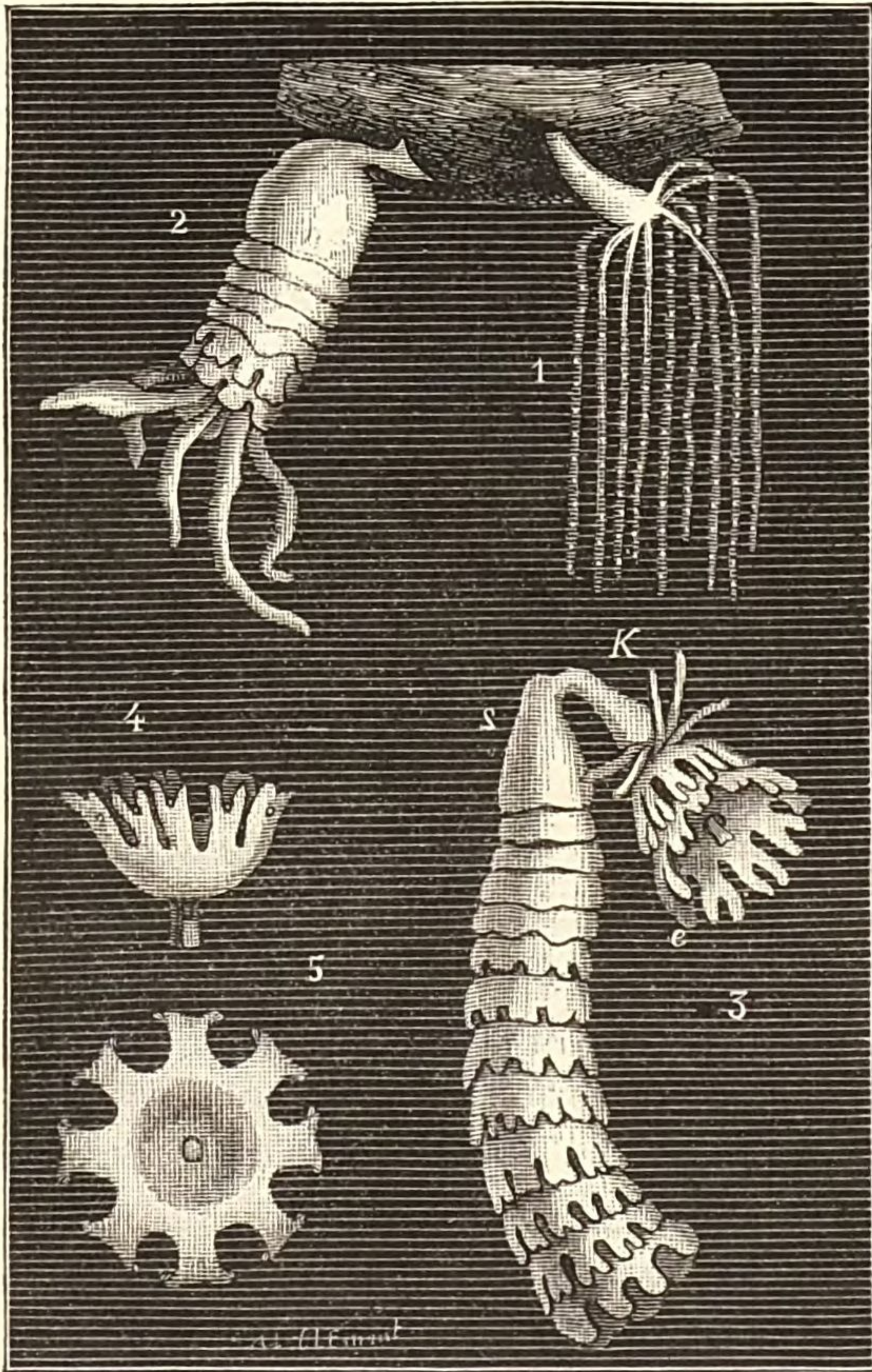


Fig. 54. Entwicklung einer Scheibenqualle (*Aurelia aurita*). 1) Ausgebildetes Scyphistoma, 2) beginnende, 3) vollendete Strobila, S Basalstück, K eine sekundäre Knospe desselben, die gleichfalls strobiliert, 4) und 5) junge freie Quallen (Ephyren).

Magenraums gabeln sich in regelmäßiger Weise mehr und mehr, wodurch sich ein ziemlich kompliziert angeordnetes Gastrovascularsystem entwickelt in dem Maße, wie die junge Qualle zur geschlechtsreifen *Aurelia* heranwächst. Das ungeteilte Basalstück der Strobila ernährt sich fort und fort

und kann eine große Anzahl von Ephyren im Laufe einer gewissen Zeit produzieren. Erwähnenswerth ist noch, daß das Basalstück der Strobila gelegentlich sekundäre Knospen treiben kann, die gleichfalls strobilieren. (Fig. 54, 3, K).

Der Unterschied einer Strobila und eines Hydroidpolypen liegt zunächst darin, daß erstere in viel geringerem Grade eine Kolonie ist, als dieser. Arbeitsteilung ist nur insoweit eingetreten, als das Basalstück einen Haftapparat darstellt und so ergibt sich ein Vergleich mit einem Bandwurm, einer *Taenia* von selbst: Das Scyphistoma gleicht einer Finne, die sich mit ausgestülptem Kopfe eben irgendwo im Darm befestigt hat, die Strobila dem Bandwurm, ihr Basalteil dem Bandwurmkopfe, die sich nach und nach von vorn nach hinten ein- und abschnürenden Scheiben entsprechen den reifenden Wurmgliedern, die frei gewordene Ephyra endlich der losgelösten geschlechtsreifen Proglottide.

Weiter ist für die Entwicklung der Scheibenquallen ein Loslösen in der Richtung von vorn nach hinten, für die Hydroidmedusen aber in seitlicher Richtung vom Mutterstamme charakteristisch.

Viele andere Nesseltiere kommen bei ihrer Entwicklung über das Stadium eines Scyphistoma nicht hinaus, indem sie zeitlebens Einzelindividuen bleiben.

Man hat die Knidarien in fünf Klassen zerlegt, nämlich in Korallpolypen (Anthozoa), Hydroidpolypen oder Medusopolypen (Hydrozoa), Schwimmpolypen (Siphonophora), Scheibenquallen (Acalepha) und Rippenquallen (Ctenophora).

Die Korallpolypen sind meist sessile, festgewachsene oder doch mit einem Ende in Sand und Schlamm steckende Tiere, bei denen infolge der geringen Beweglichkeit des Körpers sich im Mesoderm ein oft ansehnliches kalkiges, bisweilen horniges, in einzelnen Fällen abwechselnd kalkiges und horniges Skelett entwickelt hat. Die Elemente dieses Skeletts können, ähnlich wie bei den meisten Spongien, isolierte Kalknadeln verschiedenartiger Form sein, oder sie verwachsen zu zusammenhängenden Gerüsten, und oft genug finden sich beide Arten in ein und demselben Tiere vereinigt. Die frei beweglichen Formen zeigen keine derartigen Bildungen. Der Magenraum ist durch seitliche Längsnischen, welche durch

vor springende Leisten oder Septen (Mesenterialfalten) getrennt sind, kompliziert (vergl. Fig. 51, S. 179). Im oberen Teil des Tieres verwachsen die freien Ränder der Septen vom Mundrande an zu einer Binnenröhre, hinter welcher die Septaltaschen liegen. Unter dieser „Speiseröhre“ sind die Septalränder frei und die Seitennischen kommunizieren nach oben mit den Septaltaschen, welche ihrerseits sich sehr oft in die Tentakeln fortsetzen, sodaß letztere hohl sind.

Diese Nesseltiere pflanzen sich einfach, ohne Quallenformen fort und zwar entweder geschlechtlich oder indem sie durch Sprossung Kolonien bilden oder endlich durch Teilung, welche häufig eine Längsteilung sein kann. Die Korallpolypen zerfallen in die beiden Ordnungen der Alcyonarien und Zoantharien.

Sehr bekannte, namentlich durch die Seewasseraquarien populär gewordene Formen der zweiten Ordnung sind die Seeanemonen oder Aktinien, welche mit ihren zahlreichen, in mehreren Kreisen arrangierten Fangarmen und oft prachtvollen Farben Blumen sehr gleichen. Diese Tiere besitzen keine Skelettelemente und sind im Stande, sich frei, wenn auch langsam, durch Fortschieben auf dem aboralen Körperende zu bewegen, manche verstehen auch zu schwimmen. Sie sind getrennt geschlechtlich und pflanzen sich auf gewöhnlichem Wege ohne besondere Metamorphose fort, daneben kommt bei ihnen aber auch noch eine ungeschlechtliche Vermehrung vor. Nach den Beobachtungen von Dicquemère, Hogg, Wright und andern lösen sich kleine Stückchen von der Leibeshaut der Tiere (*Actinoloba dianthus*, *Sagartia miniata*) namentlich von der sogenannten Fußscheibe, auf welcher sie sitzen und mit der sie kriechend sich bewegen, los und wachsen zu kleinen Aktinien aus. Vorübergehend kommt auch Sprossenbildung vor; so ist es nach van Beneden keine Seltenheit, in Aquarien die *Actinia plumosa* mit einfachem Magenrohr, aber mit doppelter Mundöffnung zu sehen. Dalyell beobachtete bei einer in Gefangenschaft gehaltenen Aktinie Längsteilung während mehrerer Jahre und Goffe konstatierte diese Fortpflanzungsart für die schöne *Anthea cereus*.

Die Seeanemonen sind in allen Meeren, an den Küsten, besonders wenn diese felsig sind, bis zum Stande der niedrigsten Ebbe gemein, sie

finden sich aber auch in beträchtlichen Tiefen und wie es scheint, gelegentlich in großen Gesellschaften zusammen. So dredgte der Talisman einmal mit einem Zuge bei einer Tiefe von 490 Faden 250 Exemplare einer eigentümlichen Aktinie, bei welcher, wie das mehrfach vorkommt, die radiäre Symmetrie sekundär in eine bilaterale übergegangen war, indem der Mund eine ovale Gestalt angenommen hatte und von zwei lippenartigen Wülsten eingefasst wurde, auf welchen die Tentakeln standen (*Actinotherca pellucida*). Bei einer andern Form (*Actinia bellis*) sind nach den Angaben von Wright die Kopfscheibe und der Mund oval und die Entleerung der Kotmassen findet immer in einem und demselben Winkel des Mundes (der ja After zugleich ist) statt und der ihm zunächst stehende Tentakel ist besonders gefärbt. Auch unter dem von Richard Hertwig in ausgezeichneter Weise bearbeiteten Aktinienmaterial der Challenger-Expedition befinden sich bilateral-symmetrische Formen und zwar in der Familie der Amphianthiden (*Stephanactis*, *Amphianthus*). Die bilaterale Symmetrie ist hier deutlich eine Folge der Lebensweise: die Tiere umklammern nämlich mit ihrer Fußscheibe die Axenskelette von Koralltieren (Gorgoniden), welche bei beträchtlicher Länge einen nur geringen Durchmesser haben. So wird sich der Körper des Parasiten oder Mietsmanns in der Richtung des Längswachstums seines Wirtes strecken.

Die Neigung der Seeanemonen, sich an andere Tiere anzuschließen, kann öfters beobachtet werden. Beispielshalber findet sich in der Tiefsee eine ganz eigenartige Form, (*Epizoanthus parasiticus*), welche eine Kolonie bildet, was für Aktinien etwas sehr Merkwürdiges ist. Diese Kolonie siedelt sich immer auf einem von einem Bernhardkrebs bewohnten Schneckenhaufe an, löst daselbe vollständig, sogar die Spindel mit, auf, bewahrt aber im Innern genau die Gestalt der Konchylienschale, sodaß der Krebs in der Höhlung der Seeanemonen-Kolonie ebenso sicher und bequem wohnt, wie vordem in dem abgelegten, annektierten Weichtierbau. Ja, vielleicht hat der Krebs noch einen größeren Vorteil von seinem Epizoanthus. Wenn er nämlich in einem Schneckenhaufe wohnt, ist er genöthigt, nach oder bei jeder Häutung umzuziehen, denn er wächst zwar, seine Wohnung aber nicht mit ihm, sowenig wie bei unsern Kindern die Kleider. Ein Umzug ist aber immer eine gefährliche Sache

für einen Bernhard- oder Diogeneskrebs. Er hat nämlich infolge des künstlichen Schutzes den ihm ursprünglich angeborenen einer harten Hautbedeckung verloren, und fein zarter saftiger Hinterleib wird von andern Krebsarten und von Raubfischen sehr geschätzt. Bemerken diese Schnapphähne, daß der kleine Diogenes anfängt, nervös aufgereggt auf die Wohnungsfuche zu gehen, so schenken sie ihm eine sehr unerwünschte Aufmerksamkeit und lassen ihn nicht aus dem Auge. So ist es wenigstens bei den in feichtem Wasser lebenden Formen und wird bei denen der Tiefsee nicht viel anders sein. Es ist ihm aber seine Seeanemonen-Gesellschaft gewiß auch noch in anderer Hinsicht nützlich, wie es sicher

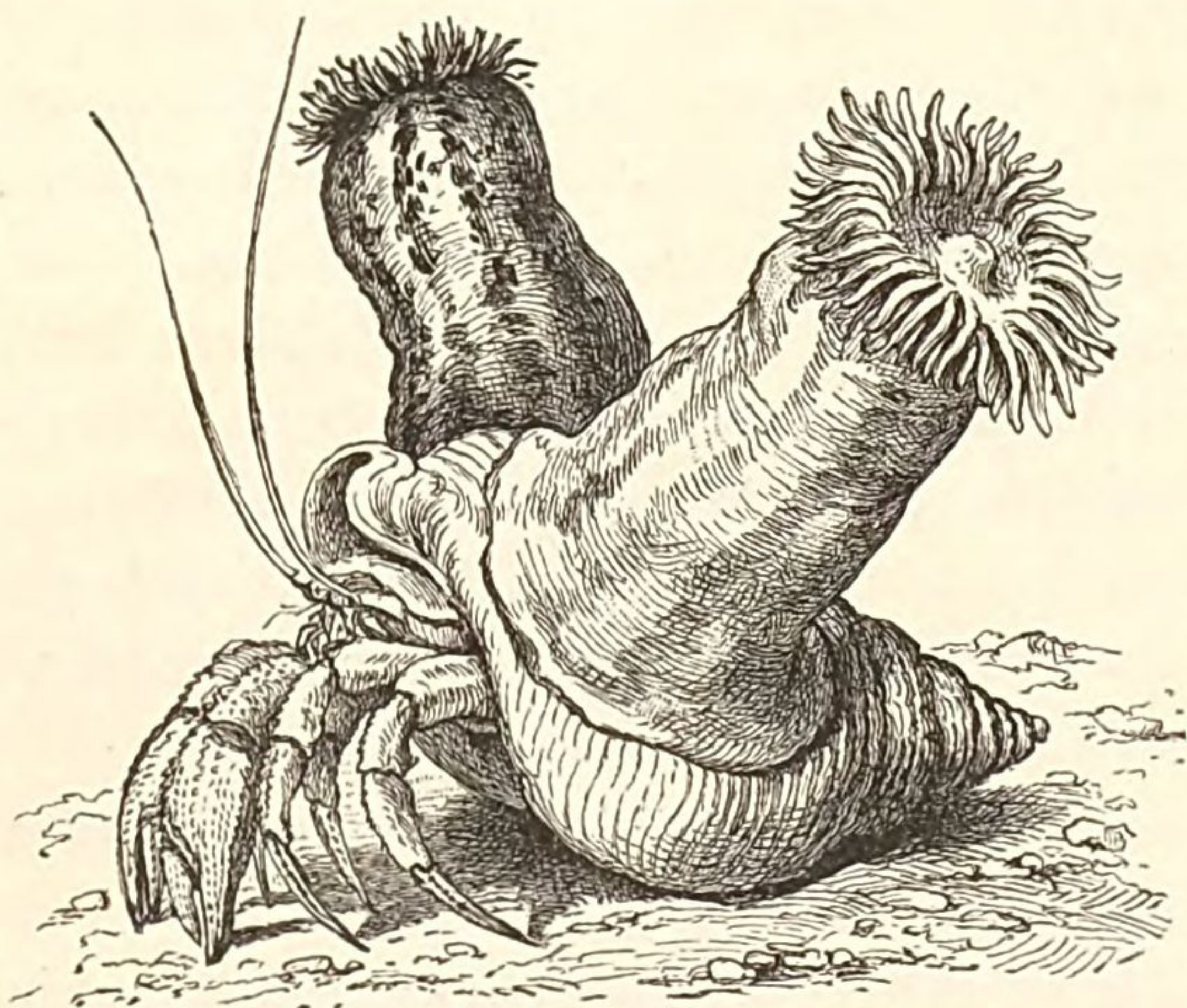


Fig. 55. Ein Pagurus in der Schale eines Wellhorns mit 2 *Sagartia parasitica*.

bei einem anderen Bernhardkrebse der europäischen Küsten des atlantischen und mittelländischen Meeres der Fall ist. Derselbe haucht gern in den abgestorbenen Schalen des gemeinen Wellhorns, und sehr oft trägt er auf diesem ein oder mehrere Individuen einer bräunlichen gestreiften Aktinie (*Sagartia parasitica* Fig. 55) auf sich

herum. Kommt er in die Lage, umziehen zu müssen, so nimmt er sehr sorgfältig seine Mietsleute von der verlassenen Wohnung herunter und verpflanzt sie auf die neue. Dieses Verhältnis beruht auf gegenseitigem Vorteil, es ist eine Association auf Gegenseitigkeit oder, wie man es genannt hat, ein symbiotischer Prozeß. Der Krebs hat den größten Nutzen von der Seeanemone, die tapfer nesselte und brennt und alle unberufenen Störenfriede ihrem Hausherrn vom Leibe hält, ihr Vorteil aber ist der, daß sie ohne eigene Anstrengungen und viel rascher als etwa durch dieselben vom Flecke und somit in Verhältnisse besserer Ernährung kommt.

Unter den Tiefsee-Aktinien findet sich weiter eine Reihe außerordentlich interessanter Formen, die vielleicht von weittragender morphologischer Bedeutung sind. Während die Seeanemonen zu derjenigen Gruppe der Nesseltiere gehören, deren radiär angeordneten Organen und Leibesteilen die Zahl sechs (also diese selbst oder ein Mehrfaches von ihr) zu Grunde liegt, fand Hertwig unter dem Challenger-Material Formen, bei denen dies nicht der Fall ist, die sich, wenigstens teilweise (*Sicyonidae*), wie viele andere Coelenteraten nach der Grundzahl vier (diese oder ihr Mehrfaches) arrangieren. Er hat aus den wenigen so beschaffenen Arten einen zweiten Tribus der Paraktinien gemacht, welchen er dem gewöhnlichen der Hexaktinien koordiniert. Diese Paraktinien sind deshalb von Bedeutung, weil sie vielleicht hinüberleiten zu den uralten, mit festem Kalkskelette versehenen Tetrakorallen des Silur, Devon und Kohlenkalks, die in nur sehr spärlichen Resten bis in die Jetztzeit sich gehalten haben (*Haplophyllum* Pourtalès, *Guynia* Duncan).

Eine zweite sehr beachtenswerte Thatfache ist die, daß manche Tiefsee-Anemonen eigentümliche Umbildungen der Tentakeln zeigen. Die meisten, wahrscheinlich alle Aktinien haben in ihren Fangarmen einen zarten, am freien Ende offen stehenden Kanal, durch welchen beim Zusammenziehen des Tieres Wasser ausgestoßen wird. Bei einigen abyssischen Formen, die zum Teil der Familie der Liponemiden, zum Teil dem Tribus der Paraktinien angehören, ist nun eine Rückbildung der Tentakeln eingetreten. Bei *Polysiphonia* stellen sie kurze, festwandige Röhren dar, die im hintern Abschnitte eirund, vorn fein ausgezogen, wenig kontraktile und nicht geeignet zum Fassen und Halten der Beute sind, aber da die Endöffnung groß ist, so funktionieren sie als Einstromungs-Apparate, durch welche die Tiere Wasser nebst der in diesem suspendierten Nahrung aufnehmen. Bei *Sicyonis* stehen 64 warzenförmige Tentakeln mit weitem schlitzförmigen Eingangsloche in einem Doppelkranz um die Mundöffnung. Bei *Polystomidium* ist eine noch bedeutendere Reduktion der Fangarme eingetreten, da sie nur als schwacher niedriger Wandungsrand einen geräumigen Eingang zu dem Kanal umgeben. *Polyopsis*, eine sehr eigentümliche sackförmige Gattung der Paraktinien wahrscheinlich mit einem Loche im aboralen Pole, wie Edward-

sia, und mit 36 den Septen entsprechenden Längsfurchen auf der äußern Körperwand, hat 36 einfache, nicht umwallte Schlitze statt der Tentakeln an der Mundscheibe. Noch mehr vereinfacht und in großer Zahl vertreten (mehrere Hundert) sind bei *Liponema multiporum* diese den Fangarmen entsprechenden Löcher, mittels welcher das Mageninnere der Aktinie mit der Umgebung kommuniziert. Die Bedeutung dieser merkwürdigen Umbildung liegt darin, daß hierdurch ein neues Streiflicht auf die Abkunft der Schwämme geworfen wird.

Im März 1882, als diese wunderbaren Tiefsee-Anemonen mir noch unbekannt waren — denn Hertwigs Abhandlung erschien erst Ende desselben Jahres — schrieb ich in einem Aufsatze über Entwicklungsgeschichte der Schwämme und über das Verhältniß dieser Tiere zu den Nessel-Hohltieren: „Poriferen (Schwämme) und Teliferen (Knidarien) sind zwei divergierende Äste des Coelenteratenstammes, welche sich aus der gemeinsamen Stammform der Protoaktinie entwickelt haben“, eine Behauptung, welche angesichts dieser, mit Wasser aufnehmenden Löchern in der Mundscheibe anstatt mit Tentakeln versehenen, Tiefsee-Aktinien aufrecht zu erhalten, ich mich mehr denn je veranlaßt sehe.

Was die bathymetrische Verteilung der abyßischen See-Anemonen angeht, so findet sich *Antemorphe elegans* noch bei 2900 Faden und zwischen 1800 und 1900 wurden noch sechs Arten gedredt.

Neben den See-Anemonen, den weichhäutigen Blumentieren (*Anthozoa malacodermata*), finden sich in der Tiefsee auch eine Anzahl Vertreter der harthäutigen (*sclerodermata*) Madreporen. Niemand kann die Etymologie dieses Namens, der aus dem Ende des 16. Jahrhunderts von Terrante Nuporato herrührt, genau angeben; die einen sehen in ihm ein verdorbenes italienisches Wort, das „Mutter der Poren“, d. h. mit vielen Poren versehen, heißen soll, andere, wie Alexander Agassiz, leiten es aus dem griechischen *μαδαρός*, haarlos, und *πόρος*, Öffnung, ab, was aber noch weniger Sinn giebt als die ältere Meinung.

Die Madreporen zeichnen sich durch den Besitz eines zusammenhängenden Skeletts in der Fußplatte, der Außenwand (das Mauerblatt) und in den Septen aus. Das Mauerblatt kann solid oder von Lücken

durchbrochen fein, sich von der Fußplatte in verschiedenen Winkeln erheben oder als eine Fortsetzung desselben auftreten, wonach die Leibesgestalt walzen-, becher- oder scheibenförmig wird. Die Tiere präsentieren sich als Einzelwesen von oft bedeutender Größe (*Fungia*) oder als Kolonien der verschiedenartigsten Gestalt, aber jede Art hält ziemlich genau denselben Wachstumsmodus bei.

In gewisser Beziehung entsprachen die während der Challenger-Expedition erbeuteten Tiefsee-Madreporen den gehegten Erwartungen nicht. Sie zeigen weder besondere anatomische Eigentümlichkeiten, noch werfen sie Licht auf Verwandtschaftsverhältnisse der verschiedenen Formen untereinander, und ihr Bearbeiter Moseley meint, daß sie keine altertümlichen Formen seien, daß die Ahnen vielmehr Bewohner des flachen Wassers gewesen wären. Viele aber zeichnen sich aus durch eine wundervolle Regelmäßigkeit und außerordentliche Zartheit des Skeletts. Die verschiedenen Arten gleichen sich in der Jugend so sehr, daß es bisweilen geradezu unmöglich wird, sie in dieser Lebenszeit zu unterscheiden.

Manche Formen variieren nach der Größe und nach dem Grade der Festigkeit ihres Skeletts. So schwanken die Exemplare von *Bathysactis symmetrica* zwischen 5 und 40 mm, ohne daß etwa die Größen-differenzen auf verschiedene Altersstufen zurückgeführt werden könnten, denn, und das ist für die Beurteilung des Alters der Anthozoen entscheidend, die Zahl der Septen, welche mit den Jahren in regelmäßiger Weise zunimmt, ist die nämliche. Auch die Tiefe des Wohnorts ist merkwürdigerweise gleichgültig, was die Größe anlangt, aber durchaus nicht, was die Konsistenz des Skeletts betrifft. Große Exemplare sind außerordentlich zerbrechlich und bei Exemplaren aus großen Tiefen, namentlich wenn dieselben vom Diatomeenschlick herkommen, treten in dem mit der Fußplatte in einer Fläche gelegenen Mauerblatt Lücken auf, die Folge der Kalkarmut des betreffenden Wassers. Bei den prächtigen, scheibenförmigen bis konkav-konvexen, mützenartigen *Leptopenus*-Arten, Tiefseeformen ersten Ranges, ist das Skelett wundervoll symmetrisch und das Fuß- und Mauerblatt sehr regelmäßig siebartig durchbrochen, sodaß sich, wie bei dem Netz einer Radspinne, zwischen den zarten weißen Längssepten äußerst gleichmäßige Querbälkchen aus-

spannen. *Stephanotrochus nobilis* (Fig. 56), aus einer Tiefe von 1000 Faden bei den Azoren, ist eine schöne Art von Becherform mit zwölf stark markierten, außen als Rippen und auch oben vorspringenden

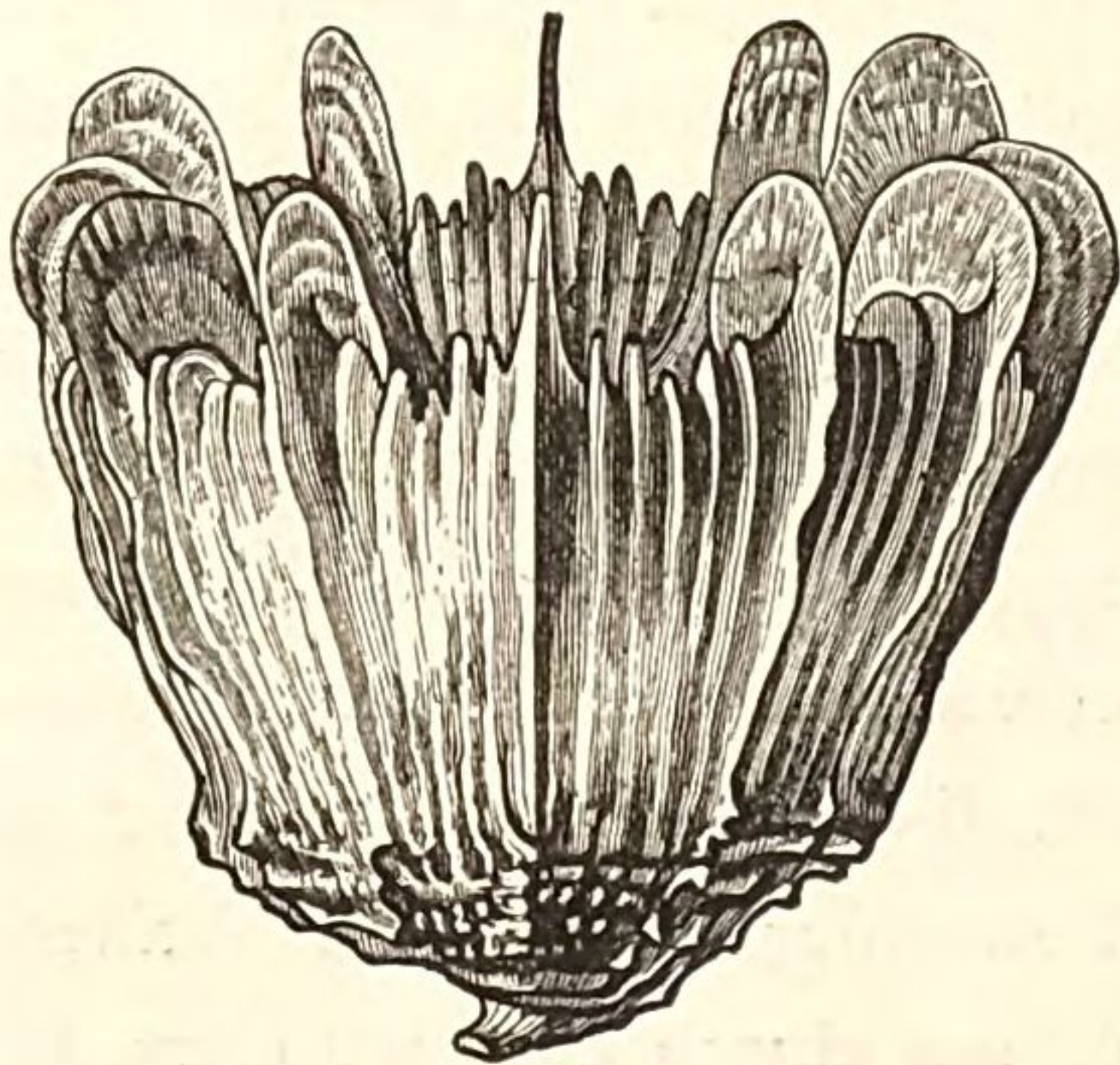


Fig. 56. *Stephanotrochus nobilis* von den Azoren aus einer Tiefe von 1000 Faden.

Septen, welche die ältesten und zuerst angelegten sind, zwischen diese schieben sich im Weiterwachsen die übrigen nach und nach ein. *Flabellum alabastrum* (Fig. 57), mit der vorigen Spezies zusammengedreht, ist 50 Millimeter hoch, keilförmig, außerordentlich zart und zerbrechlich, von prächtiger hellroter Farbe.

Von den verzweigten Madreporenformen ist *Lophohelia prolifera* (Tafel II, 1) insofern von Wichtigkeit, als sie in der Tiefsee Korallenriffe bildet. So fanden die Naturforscher des „Porcupine“ im nordatlantischen Ozean den Boden in einer Tiefe von 300—600 Faden und

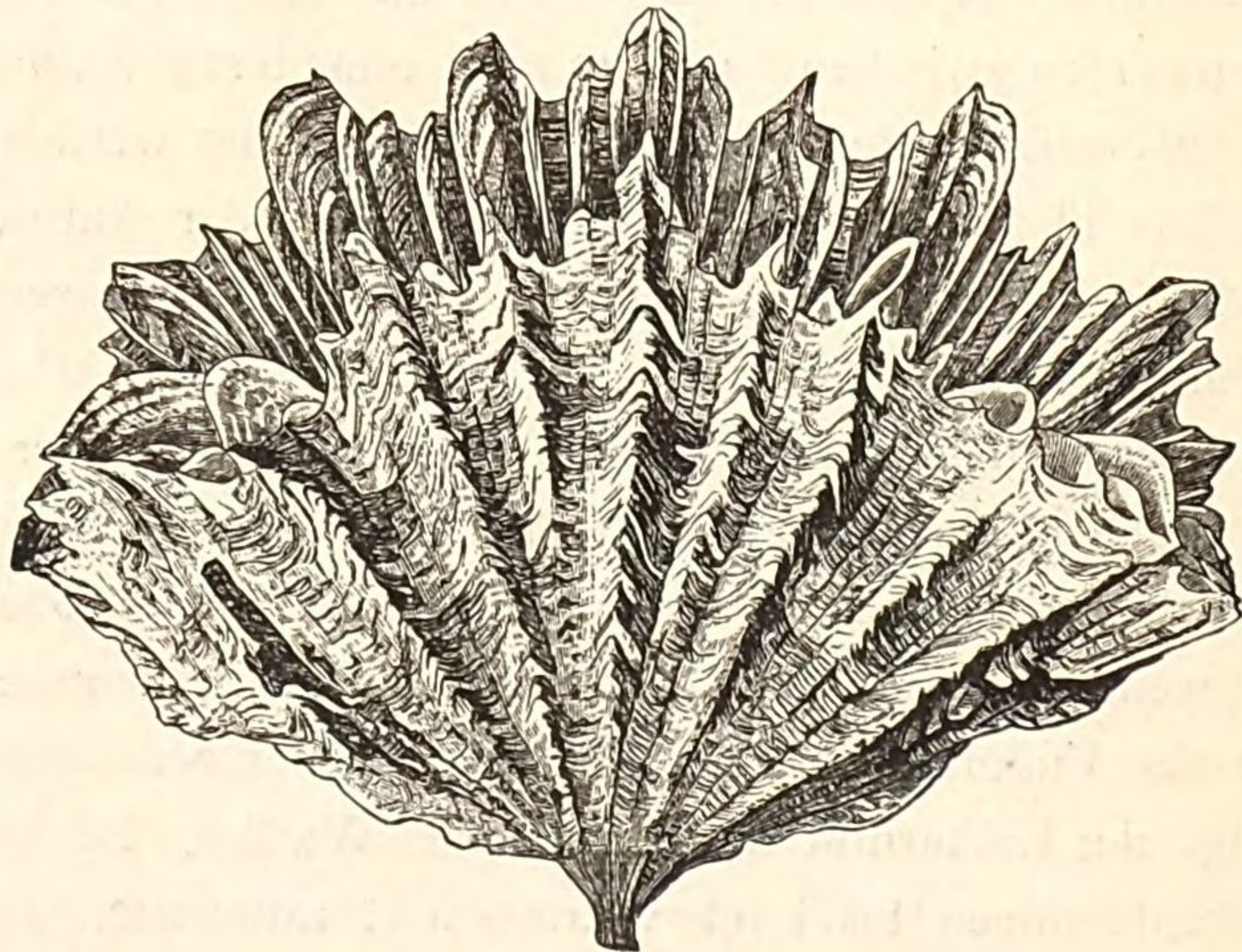


Fig. 57. *Flabellum alabastrum*, von den Azoren, aus einer Tiefe von 1000 Faden.

bei einer Temperatur bis zu 0° C. stellenweise auf Meilen mit einem Buschwerk dieser schönen Koralle bedeckt, die sich an gewissen Örtlichkeiten, z. B. zwischen Schottland und den Faröer, zu wahren Bänken

häufte. Bei andern Madreporen stellen die Kolonien keine verzweigten Bäumchen dar, sondern feste, kompakte Massen, in denen die Einzelpolypen so dicht sitzen, daß ihre Gehäuse sich gegeneinander abflachend aus der runden Form in eine polyedrische übergehen. (*Astroïdes calycularis* Fig. 58.)

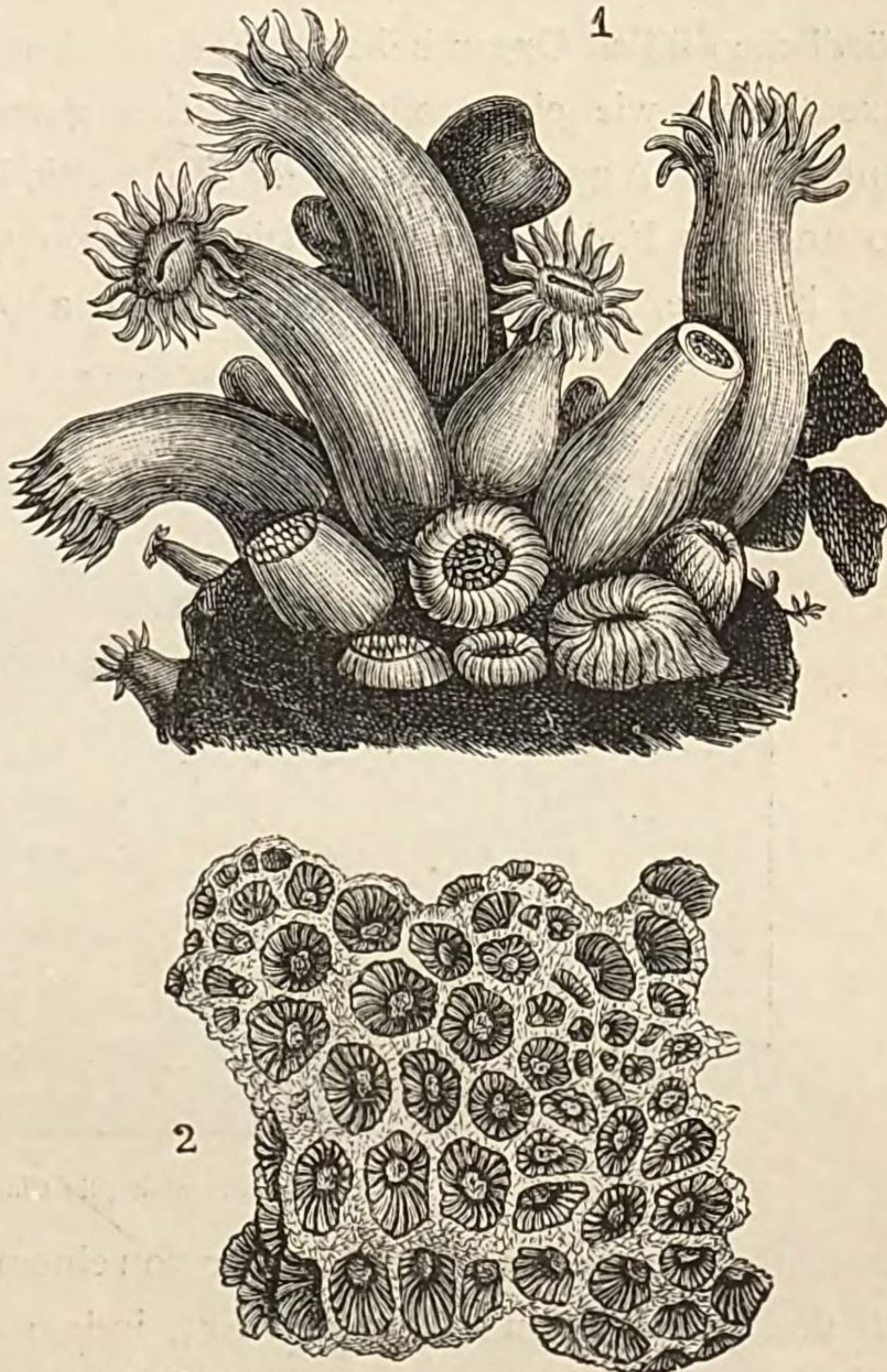
Wenn die Einzelpolypen sich frei hervorstrecken, wenden sie sich nach allen Seiten und geben, meist lebhaft gefärbt und von sehr eleganter Gestalt, ein prächtiges Bild.

Die Madreporen sind es auch, welche den Hauptanteil an der Bildung der Korallen-Riffe -Bänke und -Atolle nehmen. Aber immer sind es hier Arten des untiefen Wassers, welche schon bei 22 Faden ihre untere Verbreitungsgrenze erreichen.

Die echten Tieffee-korallen sind meist Einzeltiere, von denen einige 30 Arten bekannt sind, die unter 300 Faden vorkommen. Manche haben

eine sehr weite horizontale und vertikale Verbreitung; so ist die schöne *Bathyactis symmetrica* eine nahezu kosmopolitische Bewohnerin der Meere zwischen 32 und 2900 Faden, *Deltocyathus* geht bis 2375, *Flabellum* bis 1500 Faden. Nur auf die Tieffee beschränkt, in Regionen zwischen 1600 und 2200 Faden, ist *Leptopenus*.

Marshall, Die Tieffee und ihr Leben.



A.L.Clémenc.

Fig. 58. *Astroïdes calycularis* aus dem untiefen Wasser des Mittelmeeres. 1) Mit ausgestreckten, in der Natur prächtig orangeroten Polypen, 2) in zusammengezogenem Zustande.

Von *Antipathes*, einer Anthozoöngattung, welche zierliche, baumartige Kolonien mit einem schwarzen hornigen Axenskelette (daher „schwarze Korallen“ genannt) bildet, wurden auf der Challenger-Expedition zweimal Exemplare aus größeren Tiefen gedredht: das eine Mal zwischen den Azoren und Madeira bei 1650, das andere Mal im nördlichen stillen Ozean bei 2900 Faden. *Antipathes spiralis*, deren Axenskelett wie ein großer Korkzieher gewunden ist, wird nach den Angaben A. Agassiz' häufig in den westindischen Gewässern zwischen 50 und 900 Faden gefunden. Die Einzelpolypen sind dimorph, größere und kleinere, und beide Formen stehen abwechselnd entlang der Axe.

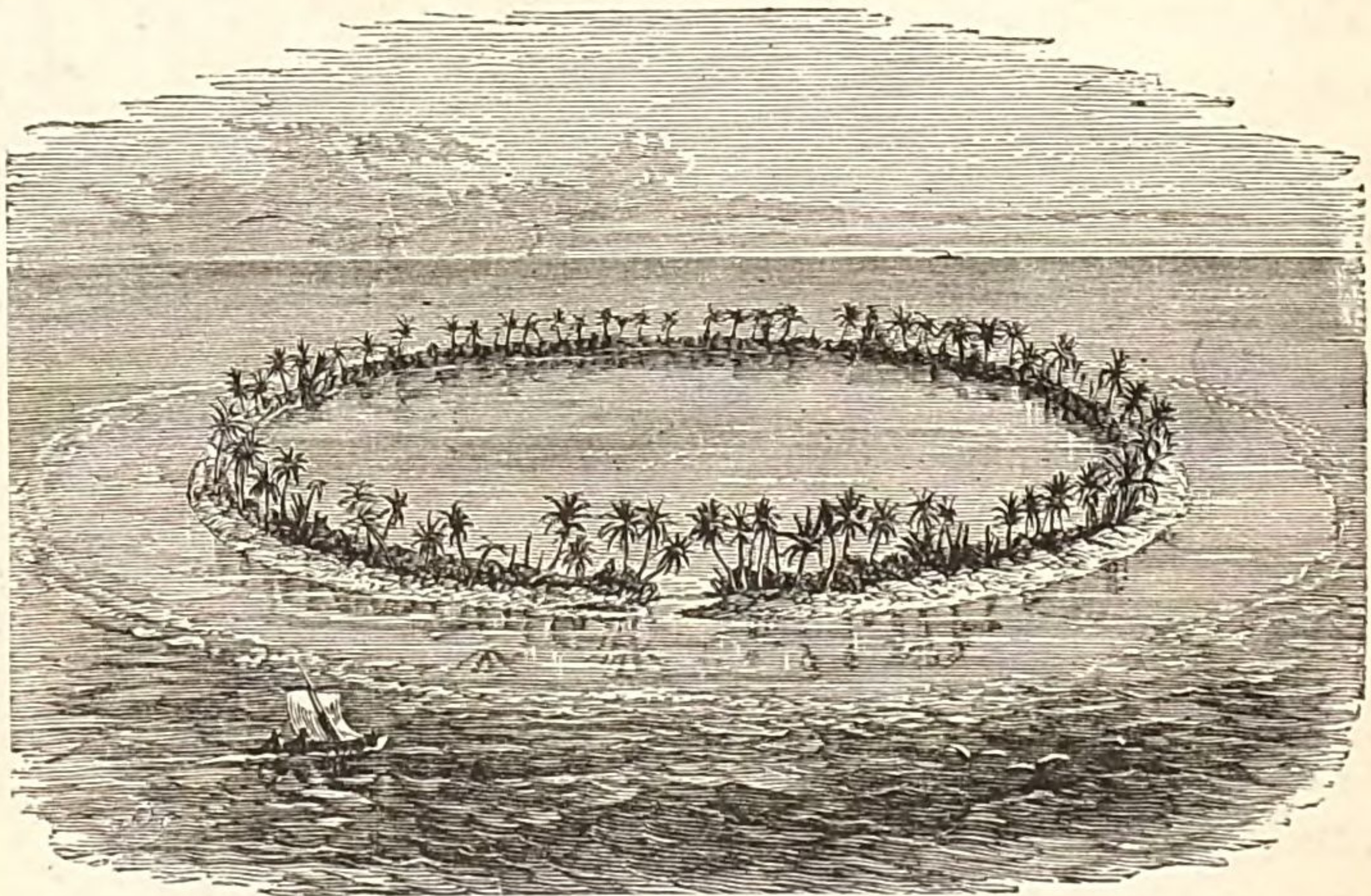


Fig. 59. Ein Korallenatoll (die Clark-Insel).

Eine Art (*A. columnaris*) ist immer von einem Ringelwurm bewohnt, der auf ihre Gestalt beeinflussend einwirkt, indem sich nämlich um den centralen Axenteil eine Art Hülse aus netzartig verflochtenen Hornfasern entwickelt, in welcher der Wurm haust.

Auch die zweite Gruppe der Blumenpolypen, die der Alcyonarien, welche statt sechs Fangfäden deren acht und zwar gefiederte besitzen, hat interessante Vertreter in der Tiefseefauna.

An einem Mitgliede dieser Gruppe, der Edelkoralle, wurde die Tiernatur der Polypen überhaupt entdeckt. Schon der blinde, 1634 zu Hanau geborene Naturforscher Rumphius erwähnt in seiner „Amboinaschen

Raritäten-Kammer“, daß einige indische Philosophen der Meinung seien, die Korallsteine würden von unsichtbaren kleinen Tierchen verfertigt. Das Altertum glaubte, wie unter anderem Ovid in seinen Metamorphosen erwähnt, die Koralle sei unter Wasser ein weiches Kraut und erstarrte erst an der Luft zu Stein. Der von mir schon einmal angeführte Graf Marfigli spricht in seiner Naturgeschichte der Meere auch ausführlich über die Edelkoralle und führt die Idee, daß dieselben Pflanzen seien, weiter aus. Schon 1707 hatte er in einem Briefe an den Abbé Bignon mitgeteilt, daß er an den Korallen Blumen entdeckt habe. „Die Blumen“, bemerkt er in der ausführlichen Beschreibung, „zogen sich, nachdem sie aus dem Wasser genommen worden waren, in ihre Röhrchen zurück, erschienen aber sofort wieder, als ich sie in ein Glasgefäß mit Seewasser gebracht hatte. Ich sah alle meine Korallenäste mit weißen, $1\frac{1}{2}$ Linie langen Blumen bedeckt. Aus einem weißen Kelch erhoben sich acht Strahlen von derselben Farbe, alle gleich groß und dicht aneinander liegend. Sie bildeten einen schönen Stern, ähnlich einer Nelke.“ Sechzehn Jahre nach Marfigli hatte ein junger französischer Arzt, Jean Antoine Peyssonnel, die Korallen untersucht und kam zu der Überzeugung, daß es Tiere seien. Réaumur, den er diese Ansicht der Akademie vorzulegen bat, kam diesem Ansuchen zwar nach, verschwieg aber den Namen des Einsenders aus Furcht, denselben sonst zu kompromittieren. Eine ganz andere Bedeutung erlangten die „Blumen“ der Korallen, als man Anfang der vierziger Jahre des 18. Jahrhunderts die von Leeuwenhoek entdeckten Süßwasserpolyphen näher durch Trembley kennen lernte.

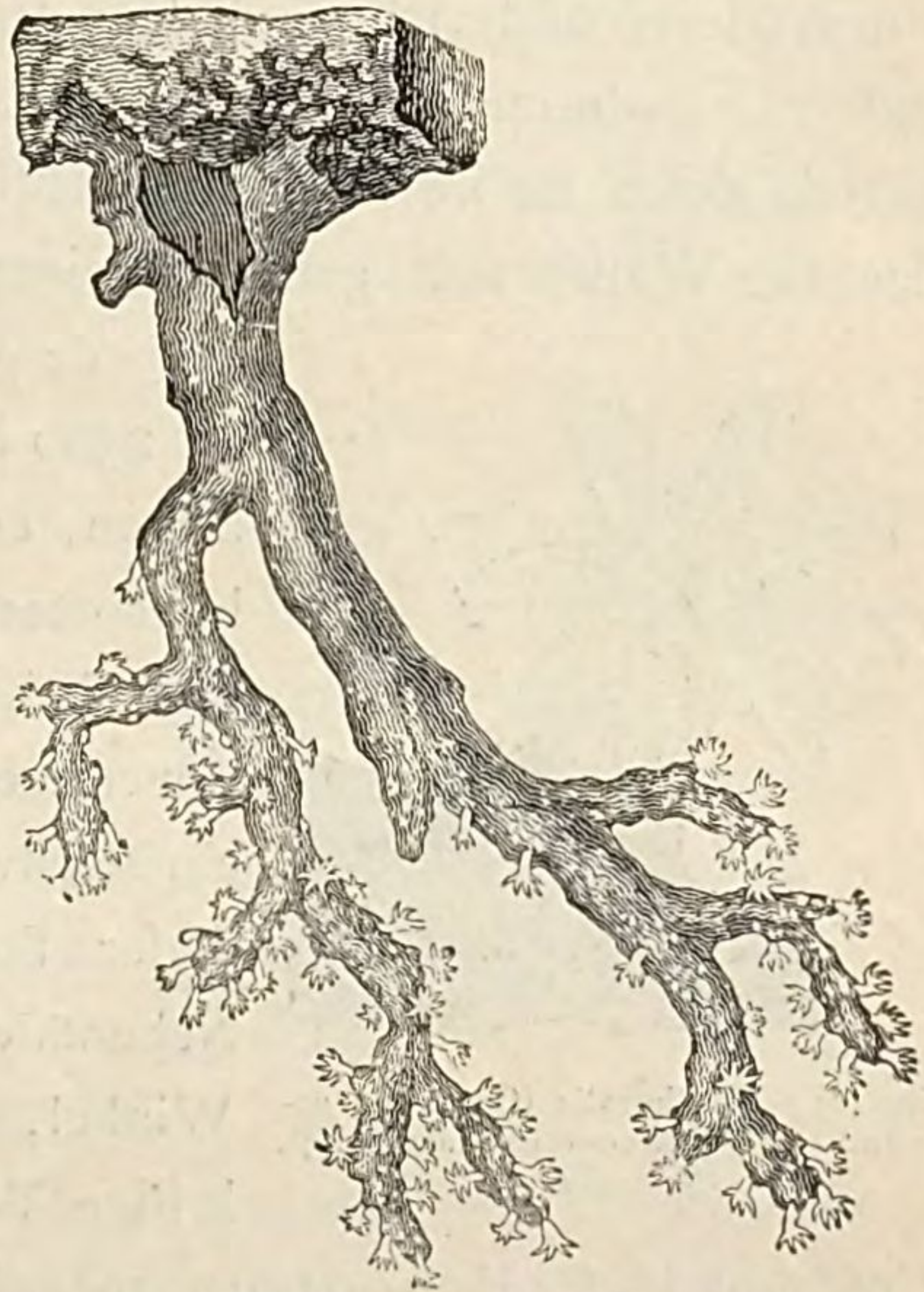


Fig. 60. Edelkoralle (*Corallium rubrum*). Bäumchen in der Stellung, wie sie mit der Basis nach oben unter überhängenden Felsen wachsen. Die Polypen sind hervorgestreckt. Natürliche Größe.

Die Edelkoralle, über welche die Wissenschaft dem ausgezeichneten französischen Zoologen Lacaze-Duthiers eine Mustermonographie verdankt, ist noch kein eigentliches Tieffseetier, da sie meist zwischen 50 und 60, selten nur noch bei 100 Faden vorkommt. Auf der Kreuzfahrt des *Talisman* wurde aber eine ähnliche Form (*Coralliopsis Perrieri*) im atlantischen Ozean in einer Tiefe von 270 bis 330 Faden entdeckt.

Die Gorgoniden sind durch merkwürdige Arten in der Meeres-tiefe repräsentiert. Manche derselben erreichen die ansehnliche Höhe von einem Meter und viele sind, wie das so oft bei sessilen Tieffseetieren der Fall ist, dadurch ausgezeichnet, daß ihre Axe Wurzeläusläufer bildet, mittels deren sie im Schlamme festsitzen, während ihre Verwandten in flachem Wasser sich gern mit einer verbreiterten Basalplatte an Steine

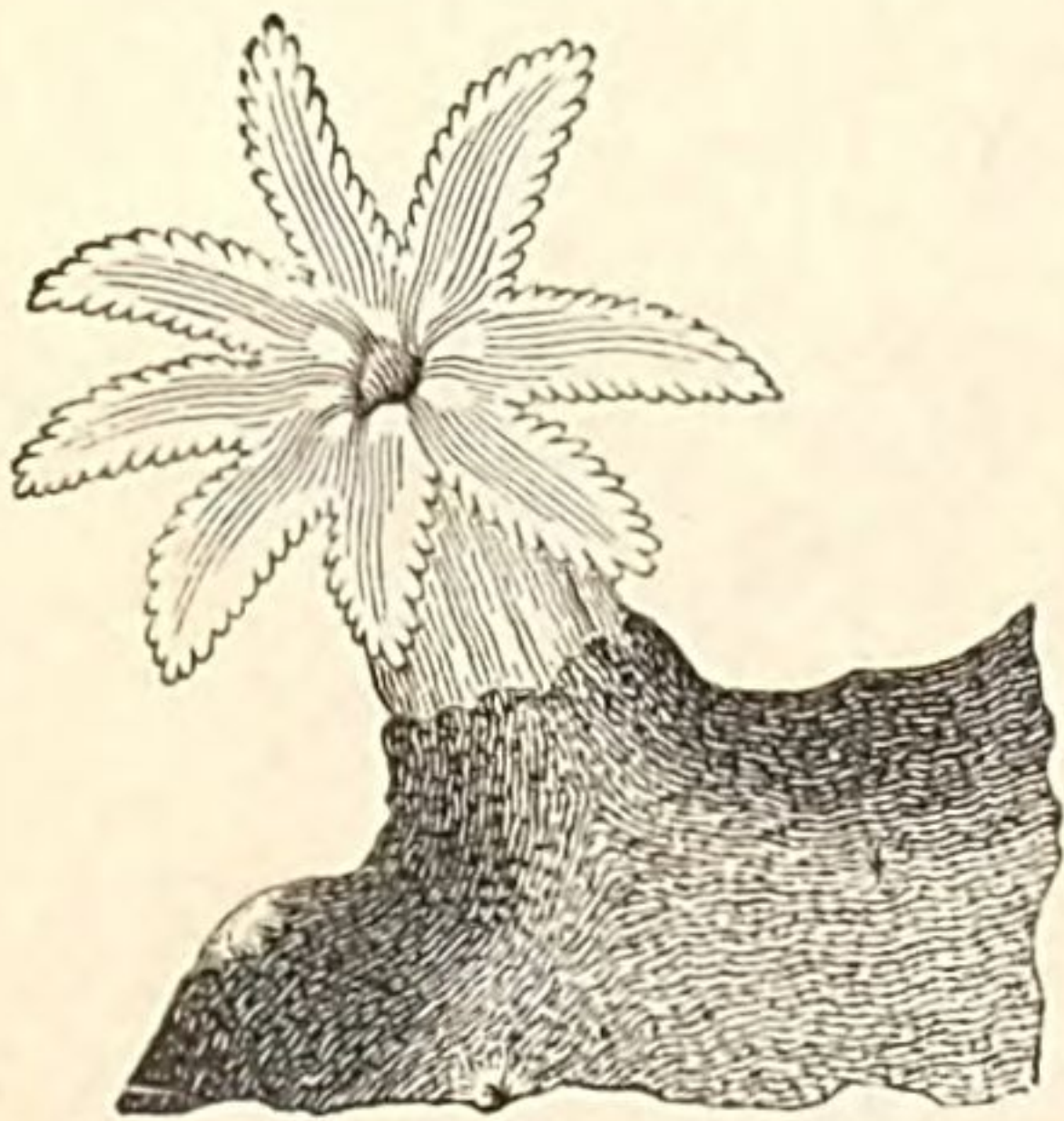


Fig. 61. Edelkoralle (*Corallium rubrum*). Vorgestreckter Einzelpolyp. Vergrößert.

und dergleichen anheften. Sie dringen bis zu 2300 Faden in die Tiefe vor und manche zeigen, entsprechend der Ruhe ihres Aufenthaltsortes sehr regelmäßige Formen. So besitzt *Isidigorgia Pourtalesii* eine zarte unverzweigte Hauptaxe, welche spiralig wie ein weitwinder Korkzieher aufsteigt. Auf dieser sitzen die zarten, geraden, einfachen Nebenästchen nach außen zu in einem rechten Winkel, sodaß das ganze Wesen wie eine luftige Wendeltreppe ausieht. Ein seltsames

Geschöpf ist *Callozootron mirabile*, in der Südsee bei 1675 Faden gefunden. Es besitzt eine ziemlich lange, biegsame und nur teilweise verkalkte Axe, welche keine Seitenzweige treibt, aber auf fünf Sechstel ihrer Oberfläche von dicht aneinander gedrängten Polypen bedeckt ist. Der Rest ist ohne solche und mit diesem liegt die Gorgonide auf dem Boden. Leider war das Hinterende unvollständig und es läßt sich nicht sagen, ob dasselbe einfach oder mittels verästelter Wurzeln im Schlamme stak. Perceval Wright hält es für wahrscheinlich, daß die ganze Kolonie zufolge der Kontraktionsfähigkeit der einzelnen Polypen im Leben wurmartige Bewegungen ausführen kann. Eine sehr interessante Familie von Tieffsee-Alcyonarien sind die Chryfogorgiden, bis jetzt bloß aus dem

westlichen atlantischen Ozean (Westindien, Küste von Neuengland) bekannt. Ihre Axen sind oft einfach und sehr zart, nur von der Stärke eines Pferdehaares, bilden aber bisweilen, verästelt und spiralig gekrümmt, verworrene Büsche. Das Wunderbarste an diesen Axen aber ist, daß sie von dem Polypenüberzug entblößt, prächtig metallisch glänzen, grün wie Smaragd oder wie poliertes Gold und Perlmutter. Auch eine Form aus der Familie der Ifidinen, bei denen die Axe abwechselnd aus verkalkten und unverkalkten hornigen Gliedern besteht, zeigt die letzteren in Bronzeglanz, während die ersteren vom reinsten Elfenbeinweiß sind, was zusammen einen sehr schönen Effekt macht und dem Geschöpf den Beinamen der „geschmückten“ Hornisis (*Ceratoisis ornata*) eingebracht hat. Viele Gorgoniden zeichnen sich durch lebhaftes Phosphoreszenz aus.

In noch höherem Maße ist dies der Fall bei den Pennatuliden der Tiefsee, die sehr stark mit bläulichem Lichte leuchten. Wyville Thomson vergleicht den hellvioletten Phosphorschein der *Pavonaria quadrangularis* mit dem Lichte einer Cyangas-Flamme. Bei andern ist es ein flackernder weißer Schimmer. Die Pennatuliden sind Alcyonarien-Kolonien, die niemals einem Untergrunde fest aufgewachsen sind, sondern mittels ihres langen einfachen Axenteils im Schlamm oder Sande stecken. Die Anordnung der Einzelpolypen, unter denen neben den Geschlechtstieren auch sterile vorkommen, ist eine verschiedene: entweder sie sitzen auf fleischigen blattartigen Fortsätzen des Hauptstammes, sodaß die ganze Kolonie wirklich einer Vogelfeder gleicht (Fig. 62, 1), oder sie befinden sich direkt an demselben, wodurch die ganze Gestalt rutenförmig wird (Fig. 62, 2), oder der Hauptstamm endet oben mit einer breiten nierenförmigen Platte, in welcher die Einzeltiere stecken, oder endlich die fleischigen Polypen sitzen zu einer Dolde vereinigt an feiner Spitze. Der Stamm kann eine hornige bis kalkige Axe enthalten, welche bei den mit nierenförmigen Endplatten versehenen Formen (*Renillidae*) indessen fehlt, und bei den federförmigen sitzen in den Seitenblättern ansehnliche Kalknadeln.

Als Koelliker seine große Monographie der Pennatuliden oder Federkorallen schrieb (1871), war er nach dem Stande der damaligen Kennt-

nisse vollkommen zu der Annahme berechtigt, daß diese Geschöpfe hauptsächlich Bewohner des flachen Meereswassers seien. Und für die höheren Formen, für die echten federförmigen Pennatuliden ist diese Ansicht für heute noch und wohl überhaupt vollkommen richtig, denn nur 4 von ihnen

finden sich unterhalb 300, keine unter 565 Faden. Von den 32 Arten der niederer organisierten, einfachen und altertümlicheren Gruppen finden sich 26 unter 300, 11 unter 1000 und 4 unter 2000 Faden.

Zufällig ist eine der Tieffeeformen schon lange bekannt, ja eine der am häufigsten aufgefundenen abyssischen Tiere überhaupt. Das ist *Umbellula groenlandica*, welche in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts von Adriaanz, dem Kommandeur des Schiffes *Britannia*, an der Küste Grönlands mit der Lotleine aus 300 Faden Tiefe heraufgeholt worden war. Sie wurde 1754 von Mylius

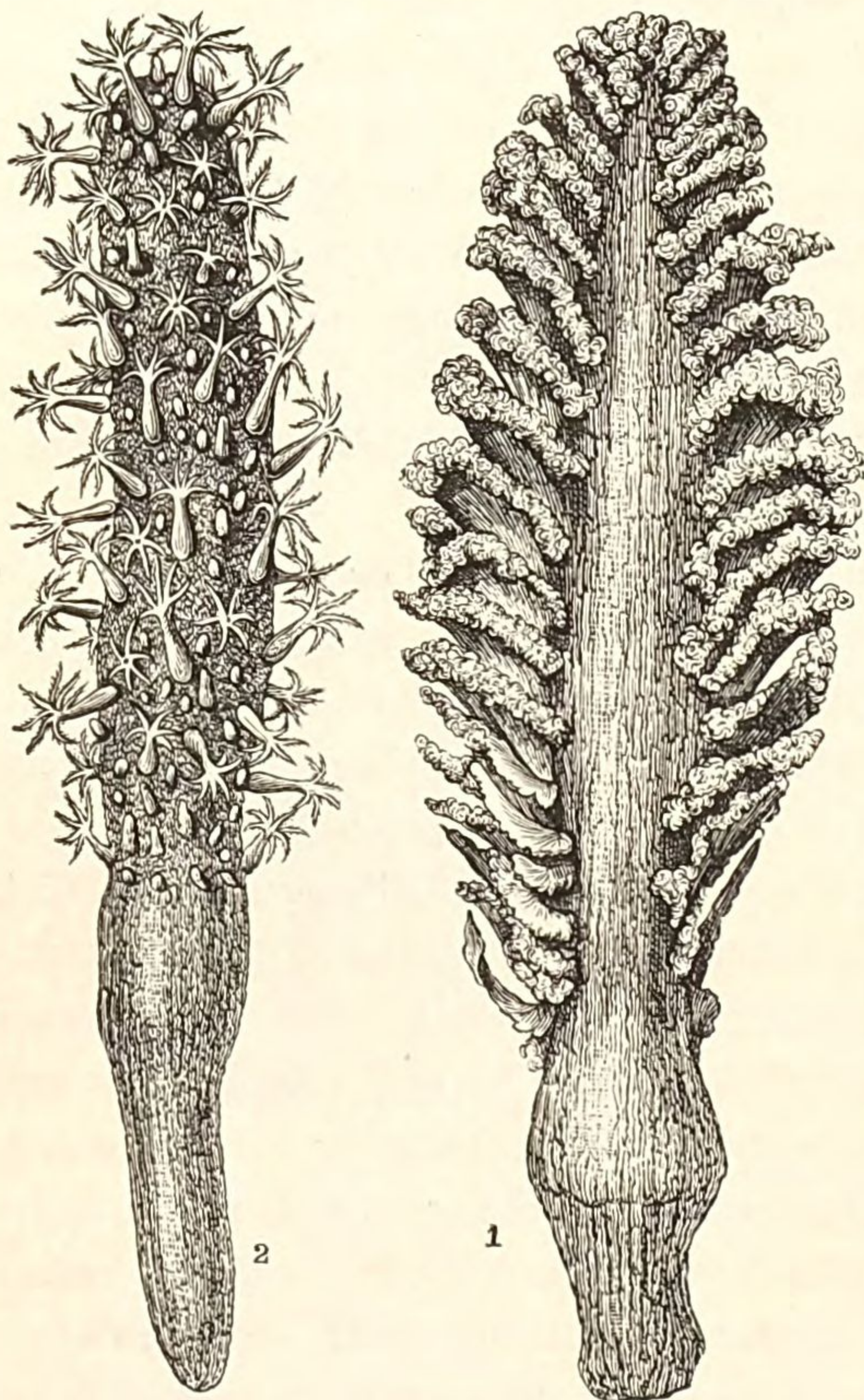


Fig. 62. Pennatuliden aus seichterem Wasser. 1) *Pteroeides griseum* mit den Polypen auf seitlichen Blättern. 2) *Veretillum cynomorium*, Polypen (ausgestreckt) um den ganzen Stamm herum.

beschrieben. Hier sitzen bis zu einem Dutzend verschieden großer Polypen (die größten 3 cm) mit acht langen Tentakeln an der Spitze eines 2 mm dicken, aber 90 cm langen Stengels in Gestalt einer nach einer Seite etwas überhängenden Dolde beisammen. Durch die neuen Expeditionen ist die Zahl der Umbellula-Arten auf 10 gestiegen, welche

zwischen 300 und 2500 Faden vorkommen, und *Umbellula leptocaulis* aus den papuanischen Gewässern ist überhaupt die bis jetzt am tiefsten aufgefundene (2440 Faden) Federkoralle.

Interessante Tiefseeformen sind noch *Protocaulon molle* mit einem 26 mm hohem Schafte, an dem sich ein Polyp endständig befindet, während die andren seitlich alternierend in größeren Zwischenräumen stehen. Bei *Microptilum Willemoesii*, einem 22 mm hohen Bewohner des stillen Ozeans, sitzen die Polypen gruppenweise im oberen Teil nach der einen, im untern Teil nach der anderen Seite gewendet am Schaft. Der nur 20 mm hohe Zwerg *Leptoptilum gracile* aus 700 Faden Tiefe der Meere um Neuseeland trägt seine Polypen an einer Seite, größere und kleinere in unregelmäßigen Gruppen abwechselnd. Die Federkorallen sind übrigens, wie es scheint, sehr ungleichmäßig in der Tiefsee verteilt, bisweilen dürften sie auf weite Strecken fehlen. Anderseits aber stehen sie gelegentlich so dicht bei einander, daß Wyville Thomson von Pennatulidenwäldern im nördlichen atlantischen Ozean, aus unzähligen *Pavonaria quadrangularis* bestehend, reden kann.

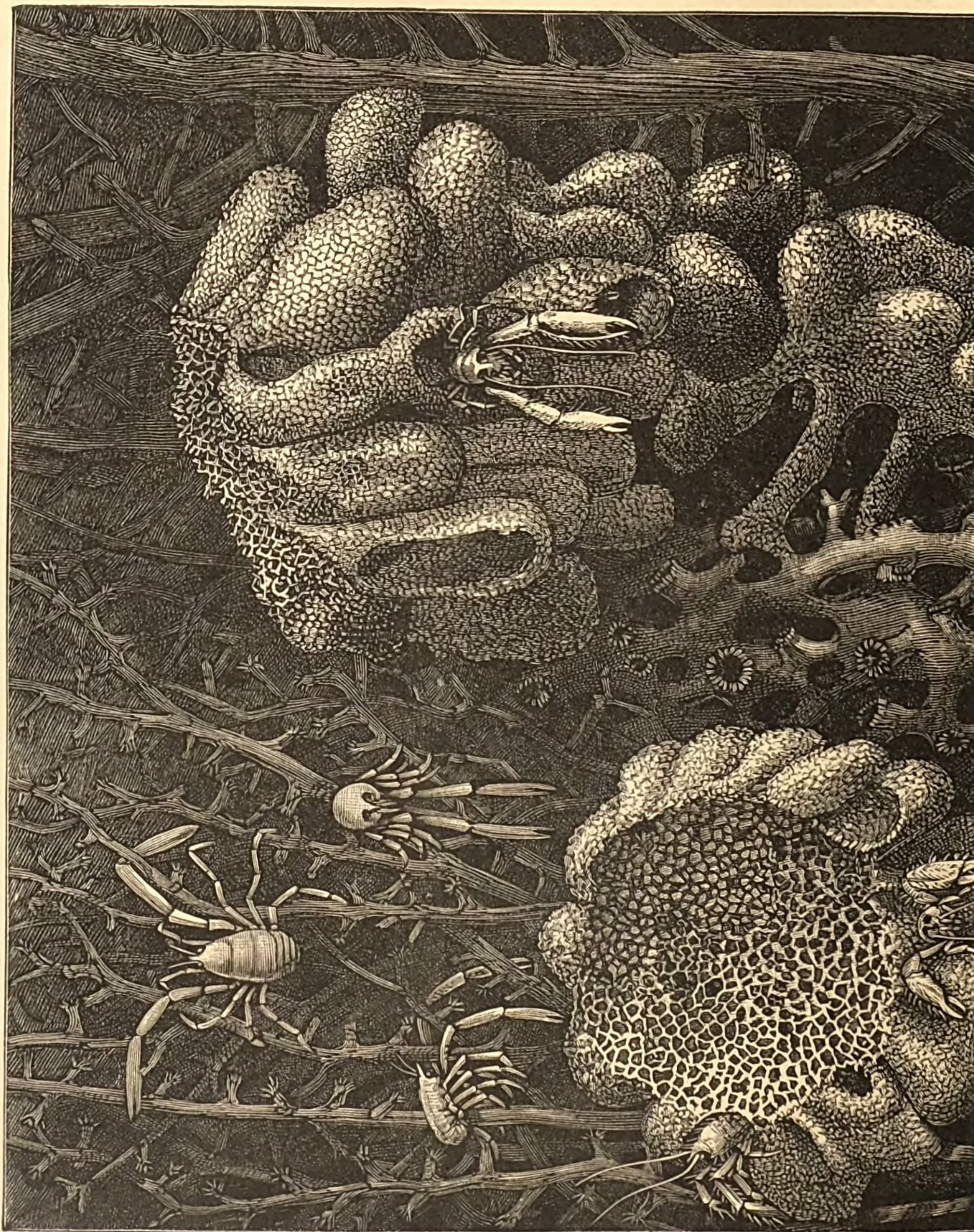
Die zweite Klasse der Coelenteraten ist die der Polypomedusen, ausgezeichnet dadurch, daß ihre Geschlechtstiere entweder zu frei schwimmenden Medusen werden oder aber, daß sie sich an der Kolonie als mehr oder weniger medusenähnliche sitzende Knospen (medusoide Gemmen) entwickeln. Sie zerfällt in die Ordnungen der Hydroidpolypen, der Schwimmpolypen oder Siphonophoren und der Scheibenquallen oder Acalephen.

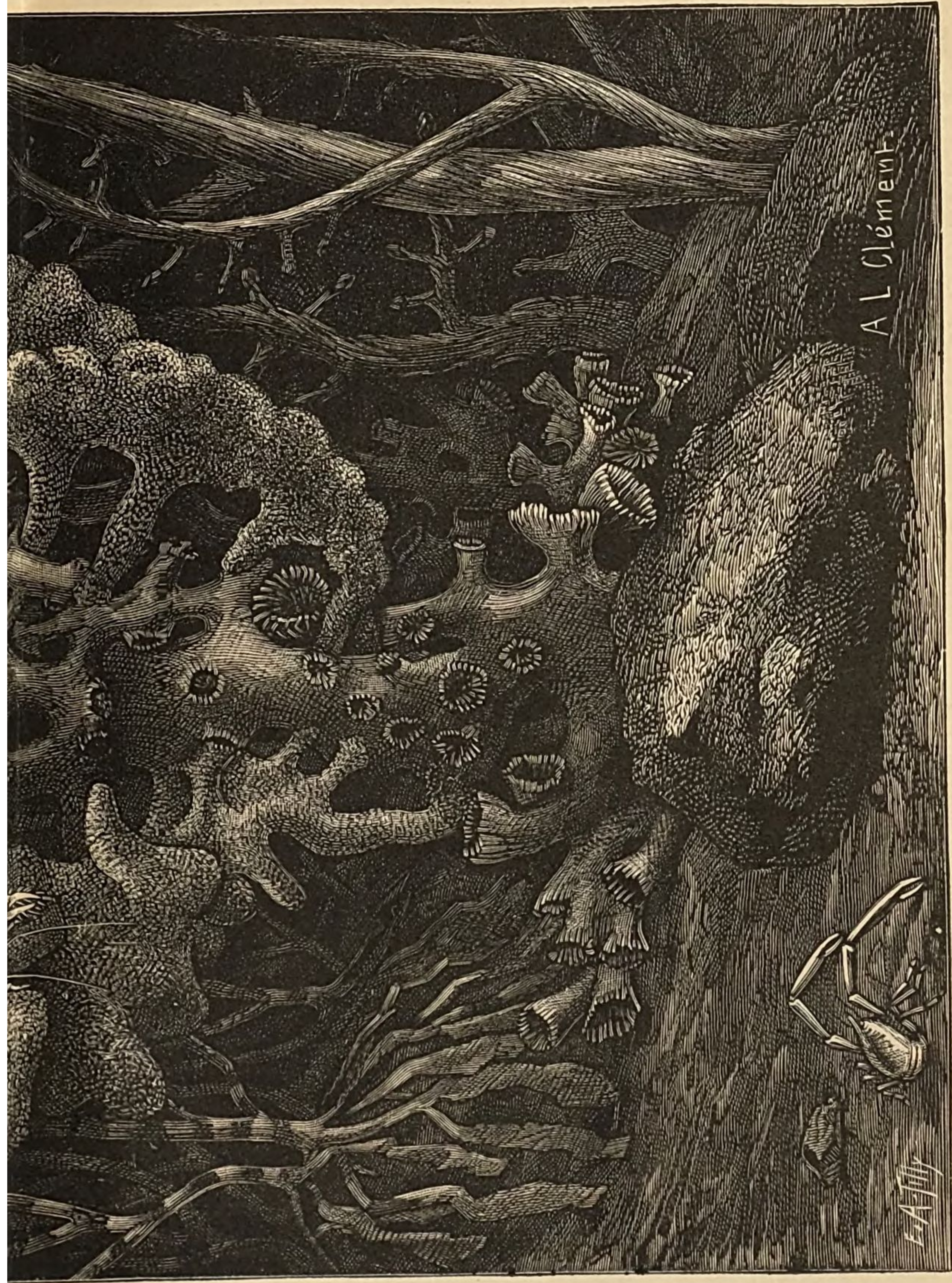
Die Hydroidpolypen sind entweder solitäre oder meist Kolonien bildende Polypomedusen mit, seltener ohne, Arbeitsteilung ihrer einzelnen Individuen. Die ganze Kolonie ist das Hydrofom, das in der Regel von einer zartern oder festeren Chitinhülle, dem Perisark, größtenteils überzogen ist. Die einzelnen Polypen sind entweder ungeschlechtliche Zooide oder geschlechtliche Gonophoren, die sich sehr verschieden entwickeln, bald, wie gesagt, als Meduse sich loslösen (vgl. Fig. 52 u. 53) bald als Geschlechtsknospe an der Kolonie befestigt bleiben können. Durch die ganze Kolonie geht ein zusammenhängender centraler Hohlraum, der sich durch Knospung und Divertikelbildung aus dem Magenraume des ersten aus dem Eie hervorgegangenen Polypen entwickelt. Bei manchen Individuen der Kolonie, welche meist in be-

fonderen becherförmigen Bildungen (Hydrotheken) des Perisarks sitzen und rückziehbar sind, steht der centrale Hohlraum am freien Ende als ein von Tentakeln umgebener Mund offen: diese Individuen sind die Hydranthen, welche die Ernährung der ganzen Tiergesellschaft vermitteln. Daneben finden sich bei verschiedenen Formen in verschiedener Zahl und Weise angeordnet sterile Individuen, welche hauptsächlich als Sinnes(Empfindungs)organe wirken, andere, welche mit Nesselfäden gefüllt als Waffen (Nematophoren) dienen u. f. w.

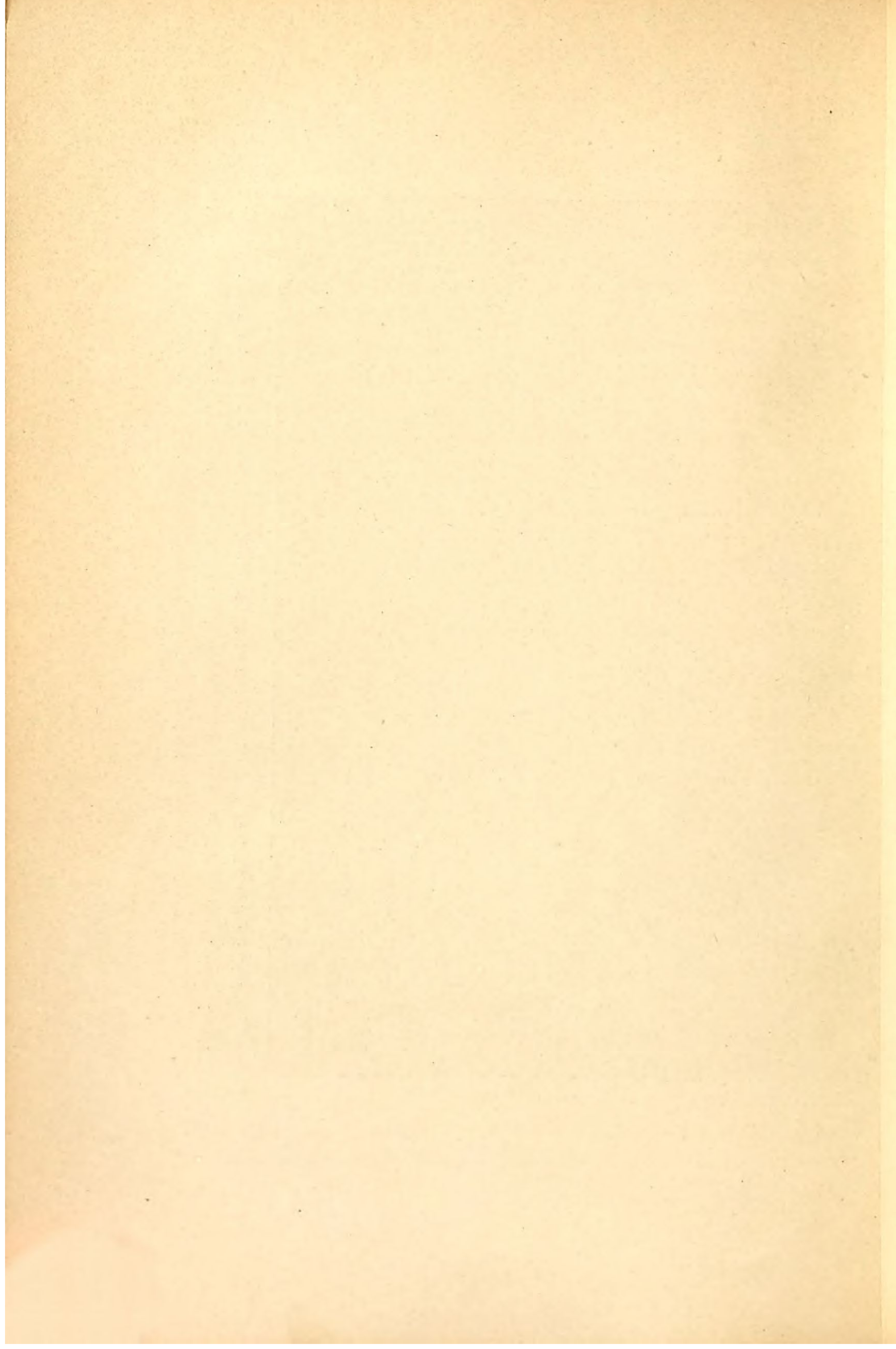
Im ganzen müssen die Hydroidpolypen mehr als Bewohner der feichtern Meeresgewässer angesehen werden. Leider sind die vom Challenger gesammelten Schätze von Allman nur zum Teil durchgearbeitet, aber aus den vorliegenden Untersuchungen, sowie aus den auf der Expedition des Blake gewonnenen Resultaten ergibt sich soviel, daß 1240 Faden die größte Tiefe ist, bei welcher die eleganten, zarten, fadenförmigen (*Aglaophenia crenata* Westindien) Plumularien gefunden werden. *Cladocarpus pectiniferus* wurde bei den Azoren in einer Tiefe von 900 Faden entdeckt, und eine merkwürdige Verbreitung hat *Cladocarpus formosus*, die bis jetzt an zwei sehr weit voneinander entfernt gelegenen Stellen der Weltmeere beobachtet wurde, nämlich bei Nordschottland (167—632 Faden) und bei Japan (420—772 Faden). Außer diesen drei Formen geht keine Art tiefer als 500, wenige nur tiefer als 300 Faden.

Von den anderen Untergruppen seien hier nur noch die Tubularien und Hydrokorallen erwähnt. Die ersten haben ein nur gering entwickeltes Perisark und keine Hydrotheken, oft sind sie solitäre Individuen. Zu dieser Tiergruppe gehört eins der wunderbarsten und am meisten befremdenden Geschöpfe, das während der ganzen Challengerfahrt aufgefunden wurde. Im allgemeinen sind die Tubularien klein: *Corymorpha nutans* z. B., eine in der Nordsee nicht seltene Form, ist 60—70 Millimeter hoch, sitzt mit kurzen Wurzeläusläufern im Schlamm oder Sand, hat um den Mund zwei Tentakelkränze, einen inneren kürzeren und einen äußeren längeren; zwischen beiden entwickeln sich die als „Steenstrupia“ bekannten kleinen Quallen. Eine nahe verwandte Art (*Monocaulus imperator*) ist es nun, die im nördlichen stillen Ozean in einer Tiefe von 1875 bis 2900 Faden aufgefunden, durch





Ansicht des Bodens des nördlichen atlantischen Ozeans bei 1200 Meter Tiefe.
 Links Mopsea, auf denen Galatheen herum klettern, in der Mitte eine Hexactinellide (Aphrocallistes) auf einer
 Korallenkolonie (Lophohelia), rechts im Schlamm wurzelnde Monactinelliden (Chondrocladia).



ihre gewaltigen Dimensionen außerordentlich überrascht. Im ganzen gleicht sie, was die Gestalt angeht, einer *Corymorpha* sehr: sie ist wie diese solitär, sitzt mit einem einfachen aber zirka 2,2 Meter langen Körper im weichen Boden und hat gleichfalls zwei Tentakelkränze, deren innerer nach den von Wyville Thomson und Moseley genommenen Maßen quer über gegen 23 Centimeter mißt, der äußere dürfte, nach der Abbildung zu schließen, 7 bis 8 mal größer sein. Eine derartige kolossale Entwicklung eines einzigen Hydrozoen-Individuums war vorher nicht entfernt bekannt und läßt auf sehr günstige Ernährungsverhältnisse in der Tiefe des nördlichen stillen Ozeans schließen.

Die Quallen, welche sich als frei schwimmende Geschlechtstiere von Hydroidpolypen loslösen oder durch eine abgekürzte Entwicklung ohne solche direkt, aber mit Metamorphose entwickeln, sind meist klein und glockenförmig. Von dem Rande der Glocke springt nach innen ein muskulöses Diaphragma vor (das Velum), in dessen Öffnung das freie Ende des Magenstiels hängt. Durch rhythmische Erweiterungen und Zusammenziehungen wird das in dem Glockenraum oberhalb befindliche Meereswasser ein- und ausgepumpt, und durch die Kraft des Rückstoßes des ausgepumpten Wassers bewegt sich die Qualle ruckweise in der Richtung ihres Scheitels. Am Glockenrande finden sich weiter in verschiedener Gruppierung und Zahl (aber immer mit der Grundzahl 4) Tentakeln und Sinnesorgane (als Seh-, Gehör- und Gefühlsorgane gedeutet).

Aus der Tiefsee unter 300 Faden sind durch die Challenger-Expedition 7 Arten bekannt, welche von Haeckel untersucht worden sind und bemerkenswerte Resultate gegeben haben. Über ihren Entwicklungsgang können bis jetzt nur Vermutungen aufgestellt werden.

Drei von ihnen, welche die Unterfamilie der Pectylliden bilden, zeichnen sich, man möchte sagen als Bodenbewohner, durch eine eigenartige Entwicklung ihrer Tentakeln aus. *Pectyllis arctica* ist eine zierliche Meduse von 21 Millimeter Durchmesser und wurde im nördlichen atlantischen Ozean bei 1250 Faden gefangen. Sie hat die Gestalt einer schönen gleichmäßigen Kuppel und hat dreierlei resp. viererlei Ten-

takeln: am Schirmrande stehen 48 ziemlich lange, wurmförmige, am Ende mit Saugscheiben versehene, weiter treten eine bedeutende Anzahl sehr kleiner und kurzer zur Bildung von 48 regelmäßigen Gruppen oder Saugplatten zusammen. Außerhalb davon stehen in zwei Reihen größere rhombische alternierend, zu äußerst 16 ganz große, nach innen 32 kleinere. *Pectis antarctica* von Gestalt einer in der Mitte derart eingeschnürten Glocke, daß der obere Teil fast kuglig, der untere aber unterrockartig weit absteht, bewohnt die antarktischen Gewässer und wurde bei einer Tiefe von 1260 Faden erbeutet. Hier sind fäntliche Saugtentakeln kurz und zahlreich an dem Schirmrand verteilt. Am besten gekannt von den Pectylliden ist *Pectanthus asteroides*, vom Challenger im atlantischen Ozean bei 600 Faden gesammelt, früher aber schon von Haeckel in der Adria (100 Faden) bei Pola gefunden und lebend beobachtet. Das Tier stellt eine zirka 5 Millimeter im Durchmesser habende flache Schale dar, deren Rand zierlich ausgebogen ist und 16 flach abgerundete Vorsprünge hat, unter welchen gruppen- oder bündelweise 12—18 Tentakeln bei einander sitzen. Die Mehrzahl dieser Tentakeln hat am freien Ende ziemlich breite Saugscheiben, die Minderzahl endigt einfach. Mit den Saugscheiben marschiert die Meduse, indem sie dieselben, wie ein Seeigel seine Füßchen, in der Richtung, nach welcher sie hin will, ausstreckt, anheftet, dann an der entgegengesetzten Seite des Randes die vorher befestigten losläßt, nun den Leib nachzieht, die hinteren (in der Marschrichtung gedacht) anheftet, die vorderen loslöst, ausstreckt und weiter anheftet. Die einfachen Tentakeln spielen dabei als Fühlfäden frei im Wasser herum. Interessant ist die Beobachtung von Haeckel, daß *Pectanthus* mit besonderer Vorliebe verkehrt, das heißt den Scheitel der Bodenfläche, den Mundstiel dem freien Wasser zugekehrt, läuft. In der Mitte je eines Tentakelbündels sitzt ein einzelnes Sinnesorgan.

Zu anderen Gruppen gehört die große 60 Millimeter breite *Ptychogena pinnulata* aus dem nordatlantischen (1250 Faden) und *Stegina myosura* aus dem indischen Ozean (2150 Faden). Eine alttümliche, aber sehr elegante, von unten angelesen mit den vier Zipfeln wie die Blüte einer Kreuzifere aussehende, 4 Millimeter große Form

Cimarilea aeginoides stammt aus den Meeren westlich von Afrika bis zu den Azoren hin (1675 Faden).

Alle diese Tiefseeformen, auch die kletternden, zeichnen sich durch ein ganz besonders kräftig entwickeltes Velum aus, werden sich folglich mit bedeutender Energie und Schnelligkeit schwimmend bewegen können. Vielleicht sind in den von ihnen bewohnten Wasserschichten die Nahrungsmittel nicht sehr dicht, sodaß sie ein großes Jagdterrain müssen beherrschen können, oder es dient die Schwimmbewegung mit zu einer energischeren Vermittlung der Respiration im sauerstoffarmen Wasser.

Von der bathymetrischen Verteilung der Hydromedusen im Mittelmeere bemerkt Karl Chun: „Viele *craspedote* Medusen suchten während des Sommers größere Tiefen auf. Unter den Anthomedusen fischte ich *Lizzia* (Rathkea) *Köllikeri* aus 1200 Meter vor Kapri in einem Exemplare und *Cytaeis pusilla* Anfang September vor Ponza aus 1300 Meter. Letztere hatte eine Radiolarie der Tiefsee, nämlich *Collodendrum ramosissimum* im Magen. Von Trachomedusen (d. h. solchen mit direkter Entwicklung, ohne Polypenammen) ist *Sminthea* (*Trachynema*) *eurygaster* ziemlich häufig in der Tiefe. In dem Schließnetz fand sie sich in 1300 Meter (Ende September) und in 1200 Meter (11. Oktober) vor Kapri; *Aglaura hemistoma* war ebenfalls in dem Schließnetz aus 1300 Meter vertreten. *Rhopalonema velatum* war häufig von 100 Meter bis 1300 Meter, von Ende September an erschien sie auch auf der Oberfläche. Von Geryoniden fand sich *Geryonia* (*Carmarina*) *hastata* in jugendlichen Exemplaren aus 1200 und 1300 Meter, während erwachsene Tiere Ende September in der Nacht an der Oberfläche gefischt wurden. *Liriope eurybia* fand sich in 600 Meter am 11. Oktober. Am häufigsten unter allen *Craspedoten* trat *Cunina* (*Solmissus*) *albescens* in der Tiefe auf. Bei zwei nächtlichen Zügen aus 800 und 600 Meter waren die großen Netze und Schließnetze vollgepfropft mit *Cunina*.“

Zu den Hydroidpolypen gehören auch als Unterordnung der Hydrocorallia zwei Coelenteratenfamilien, welche man früher wegen der Gestalt und Festigkeit ihres Kalkskeletts zu den eigentlichen Korallen rechnete, das sind die Taufendlöcher oder Milleporiden und

die Stylasteriden. Von den ersteren wies der ältere Agassiz schon vor Jahren ihre Zugehörigkeit zu den Hydroidpolypen nach; die letzteren, als solche erkannt zu haben, ist eins der vielen Verdienste Moseleys. Die Milleporen haben in der Tiefsee keine Vertreter, die Stylasteriden

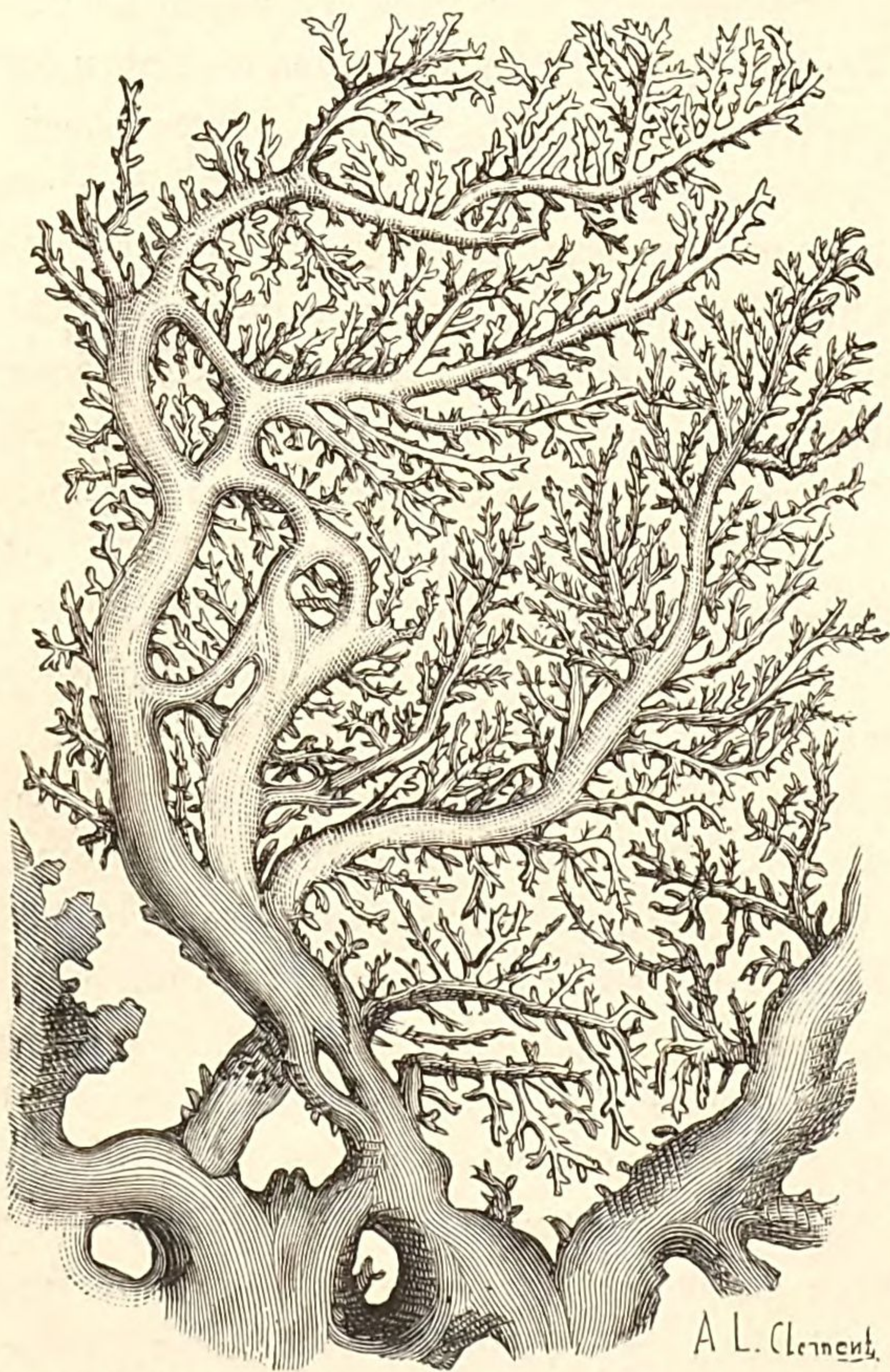


Fig. 63. Stylaster flabelliformis, von milchblauer Farbe. Aus einer Tiefe von 328 Faden.

aber wohl. Sie wurden vom Challenger gegenüber der Mündung des La Plata in einer Tiefe von 600 Faden aufgefunden. Sie besitzen eine ziemlich weitgehende Arbeitsteilung der einzelnen Individuen, indem die einen die Beute fangen und andern übergeben, die sie zum gemeinsamen Besten verdauen. Dritte Individuen wieder haben das Geschäft der Fortpflanzung zu besorgen. Die Farbe des sehr festen Skeletts ist weiß bis blau, violett und rot.

Den Kolonien festsitzender Hydroidpolypen stehen die Schwimmpolypen

oder Siphonophoren, die schönsten Coelenteraten, die sich, was Schönheit betrifft, zu den Korallpolypen verhalten wie etwa die Orchideen zu den Kompositen, in ihren Organisationsverhältnissen recht nahe und die Hauptunterschiede sind im wesentlichen Folgen der freien Beweglichkeit, welche diese Geschöpfe vor den sessilen Hydroidkolonien

auszeichnet. Auch hier ist das Hydrofom von einem gemeinsamen Magenraum durchzogen, von dem die einzelnen infolge von Arbeitsteilung verschiedenen Individuen der Kolonie nur Ausstülpungen oder Knospen sind. Ein Perisark fehlt den Siphonophoren, aber ihre Gestalt kann sehr verschieden sein. Einmal entwickelt sich das Hydrofom als ein centraler Strang oder Stengel, an welchem am oberen Ende die Bewegungsorgane in Gestalt von Glocken in geringer Zahl und alternierend stehen (Unterordnung der Calyciphora) oder sie sind zahlreich und gruppieren sich zweireihig oder dichtgedrängt spiralig um den vorderen Abschnitt, und das Hydrofom entwickelt am oberen Ende, gewissermaßen als Schlußstück der Schwimmglockenfäule eine geschlossene Blase, welche als „Pneumatophore“ einen hydrostatischen Apparat bildet, durch dessen Zusammenziehen und Erweitern die Kolonie sinkt und steigt. (Unterordnung der Physophoren).

Siphonophoren, die eine mehr pelagische Gruppe des Coelenteratenstammes bilden, sind noch nicht lange und nicht in großer Zahl aus der Tiefsee bekannt. Studer sammelte einige während der Expedition der Gazelle, bei der Reise des italienischen Schiffes „Vettor Pisani“ wurden Bruchstücke aus bedeutenden Tiefen heraufgebracht; die Amerikaner scheinen indessen im westlichen atlantischen Ozean auf den Fahrten des Blake gar keine andere Formen als pelagische gefunden zu haben, der Challenger förderte ungefähr ein Dutzend aus dem tieferen Meere an das Tageslicht. Dieselben werden von Haeckel bearbeitet, aber bis jetzt sind erst kurze sie betreffende Notizen in dem „System der Siphonophoren“ des genannten Forschers erschienen, — aber mein verehrter Lehrer hatte die große Güte, mir einige, die wichtigsten Formen behandelnde und darstellende Korrekturbogen und Tafeln des im Laufe dieses Sommers erscheinenden Reports zukommen zu lassen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle herzlichst danke.

Vom höchsten Interesse ist eine neue, wie es scheint auf die Tiefsee beschränkte, sehr originelle Ordnung, die der Aurnekten. Ihr Hydrofom ist nicht verlängert, sondern verkürzt und verdickt, von eiförmiger bis sphärischer Gestalt, besteht aus einer knorpelhaften Gallertmasse und ist von einem dichten Kanalnetz durchzogen. Auf demselben stehen dicht bei einander gruppenweise Nährtiere mit je einem

Tentakel und Geschlechtstiere. Oben ist eine sehr ansehnliche Pneumatophore entwickelt, unterhalb welcher kranzweise die großen Schwimmglocken stehen. Eine derselben zeigt eine höchst eigenartige Umbildung. Sie ist nämlich eine ovale dickwandige Röhre, welche in der Pneumatophore beginnt und frei nach außen mündet. Ihre Wandungen stellen eine große „Gasdrüse mit radiär angeordneten Drüsenkammern“ dar, und Haeckel belegt den ganzen Apparat, der offenbar zur Regelung der Gasverhältnisse in der Pneumatophore dient, mit dem Namen der Aurophore. Es sind nur zwei Arten bekannt, welche zwei Unterfamilien bilden. Die eine, Stephaliidae mit *Stephalia corona* aus dem nördlichen atlantischen Ozean, hat einen eirunden Hauptkörper mit einem nach unten gerichteten centralen Nährtier und zahlreichen peripherischen Nährtieren. Ersteres führt in einen ansehnlichen Centralkanal, in welchem unregelmäßig radiär und Anastomosen bildend die Kanäle der seitlichen Nährtiere münden, sodaß der Längsschnitt durch den Hauptkörper (Nährkörper oder Siphosom Haeckels) lebhaft an eine monozoische Spongie erinnert: der centrale Nährpolyp trägt die Ausströmungsöffnung und führt in den centralen Magenraum, die Nebenpolypen sind den Einstömungsöffnungen entfernt analog und ihre Kanäle entsprechen den zuführenden Kanälen des Schwammes. Diese Art hat nur einen einfachen Kranz von Schwimmglocken, während der Repräsentant der andern Familie (Rhodalidae), ein wundervoller, 4—6 Centimeter breiter, mit einer 1—2 Centimeter breiten Pneumatophore versehener Bewohner der südlichen Teile des atlantischen Ozeans Namens *Rhodalia miranda*, einen dreifachen Kranz alternierend angeordneter, sehr großer Schwimmpolypen trägt. Das Geschöpf wird sich sehr schnell und ausgiebig mittels seiner großartig entwickelten Schwimmorgane in horizontaler, aber auch vertikaler Richtung bewegen können, also wahrscheinlich in Wasserschichten haufen, in denen die Nahrung nicht allzu dick gefäet ist, vielleicht in der schon öfters erwähnten, an Tierleben und Sauerstoff armen stagnierenden Zwischenschicht.

Zwei andere Familien der Tiefseesiphonophoren (Cystallidae und Salacidae) sind den Rhizophysiden verwandt. Die erstere hat eine Gattung mit 2 Arten, *Cystalia larvalis* und *Challengeri*, von denen

die erste aus dem indischen, die letztere aus dem südlichen stillen Ozean stammt. Eine neue sehr interessante, mit den Velleen und Porpiten zur Ordnung der Disconekten vereinigte Familie bilden die Discaliden, mit zwei je zwei Arten umfassenden Genera: *Discalia medusina* aus 2500 Faden des südlichen stillen Ozeans und *D. primordialis* aus den tropischen Teilen desselben Meeres und weiter *Discconalia pectyllis* von Indien und *D. gastroblasta* aus dem südlichen stillen Ozean (2440 Faden).

Eine Reihe sehr interessanter Untersuchungen über die bathymetrische Verteilung der Schwimmpolypen im Mittelmeere hat Chun gemacht. Danach ist *Diphyes Sieboldii* von der Oberfläche bis zu 1300 Meter sehr gemein, feltner, aber auch bis in die großen Tiefen nachweisbar ist *Abyla pentagona*. Eine neue *Forskålia*-Art fand sich im September vor Ponza bei 1300 Meter, im Oktober aber pelagisch. Es ist überhaupt eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit der Schwimmpolypen des Mittelmeeres, daß alle Arten aus größeren Tiefen zu gewissen Zeiten auch an der Oberfläche erscheinen, und Chun bezweifelte die Gegenwart eigenartiger Tiefsee-Siphonophoren im Mittelmeere.

Manche, wie der gemeine *Hippopodius luteus* durchlaufen als Larven ihre Metamorphosen in größeren Tiefen. *Physophora hydrostatica*, eine feltenere Form, verschwindet mit Beginn des Sommers von der Oberfläche, aber im Oktober wurde eine Larve von ihr aus einer Tiefe von 900 Meter gefischt, und Chun gelangt zu dem überraschenden Resultate, „daß die im Frühjahr an der Oberfläche auftretenden jugendlichen *Physophora*-Larven mit Beginn des Sommers größere Tiefen auffuchen, um dann nach Vollendung ihrer Metamorphose mit Beginn des Winters aufzusteigen und zu geschlechtsreifen Tieren sich zu entwickeln“.

Angeichts solcher Thatfachen wird man die Möglichkeit nicht bestreiten dürfen, daß auch die vom Challenger aufgefundenen Tiefsee-Formen in anderen Jahreszeiten pelagisch lebende Geschöpfe sein können und daß umgekehrt als pelagisch beobachtete in anderen Monaten größere Tiefen auffuchen mögen, und vielleicht deutet die bedeutende Entwick-

lung des hydrostatischen Apparates bei den Aurnekten auf solche periodische Wanderungen hin. —

Obwohl die Schirmquallen (*Acalephae*) hauptsächlich pelagische Tiere sind, so haben sie doch auch ihre Vertreter in der abyssischen Fauna. Durch die Expeditionen des Challenger und der amerikanischen Schiffe sind etwa ein Dutzend Tiefseearten dieser schönen Geschöpfe bekannt geworden. Sie unterscheiden sich von den Polypomedusen, abgesehen von feineren anatomischen Verhältnissen, hauptsächlich dadurch, daß sie meist größer sind, kein Velum haben und sich mittelst Scyphistoma und Strobila entwickeln, wenn nicht ein Generationswechsel überhaupt fehlt und die Eier sich gleich zu jungen Quallen entwickeln.

Während Haeckel die Schirmquallen in vier gleichwertige Ordnungen (*Stauromedusae*, *Peromedusae*, *Cubomedusae* und *Discomedusae*) zerlegt, teilt sie Claus in zwei Hauptgruppen: I. *Tetrameralia*, mit vier Seitentaschen des Magens und II. *Octomeralia*, mit achtfacher Wiederholung der peripherischen Teile. Von der ersten Gruppe sind zwei abyssische Vertreterinnen bekannt, deren eine einer längst beobachteten, aber sehr interessanten Familie, der der *Lucernarien* angehört. Diese Geschöpfe sind echte *Stauromedusen* im Sinne Haeckels von sehr einfachem Bau. In ihrer glockenförmigen gestreckten Gestalt mit 8 kurzen plumpen Randarmen, die wieder mit kleinen Tentakeln besetzt sind, erinnern sie sehr an die Polypenform des *Scyphistoma* und um so mehr, als sie, obwohl sie sich frei zu bewegen vermögen, eine ausgesprochene Neigung besitzen, sich mit dem Scheitel festzusetzen. Ihr Magenraum erweitert sich in vier seitliche Taschen. *Lucernaria bathyphila* wurde im nördlichen atlantischen Ozean aus 540 Faden gedredht. Eine andere sehr merkwürdige Familie der *Stauromedusen* sind die *Tesseriden*. Sie gleichen den *Lucernarien* sehr, haben aber einen kontinuierlichen Rand und lange Tentakeln, außerdem bewegen sie sich schwimmend. *Tesserantha connectens* wurde im südöstlichen stillen Ozean bei einer Tiefe von 2160 Faden vom Challenger entdeckt. Sie ist 9 Millimeter hoch und helmförmig, da ihre hohe Glocke in einen abgesetzten schlanken kegelförmigen Scheitelfortsatz ausläuft. Sie hat einen langen, auf dem Querschnitte kreuzförmigen Mundstiel

und 8 längere Randtentakeln, zwischen welchen alternierend 8 kürzere stehen.

Aus der Familie der Periphylliden, welche zu den Octomeralia und zwar zu Haeckels Ordnung der Peromedusae gehört und durch eine hohe Glockenform aus-

gezeichnet ist und auf der Außenseite durch eine Ringfurche in einen „Schirmkegel“ und einen „Lappenkranz“ geteilt wird, sind 4 Tiefseebewohner bekannt. *Periphylla mirabilis*, ein wunderschönes Geschöpf, ist kegelförmig, ein Viertel höher als breit, mißt vertikal 160 mm und hat 12 im Leben vielleicht 400 bis 600 mm lange kräftige Tentakeln und am Mundrande noch 4 fadenartige Anhänge. Sie wurde vom Challenger bei Neuseeland in einer Tiefe von 1100 Faden entdeckt, während eine andere Art (*P. hyacinthina*) von den Ame-

rikanern im nordwestlichen atlantischen Ozean aufgefunden worden ist. Von einer andern Gattung (*Periphema*) ist nur ein Bruchstück einer sehr ansehnlichen Art (*regina*) in den antarktischen Gewässern südwestlich von Kerguelen bei Gelegenheit der Challengerfahrt gedredht worden. Eine vierte Art dieser Familie (*Dodecabostrycha dubia*) wurde auf

Marshall, Die Tiefsee und ihr Leben.

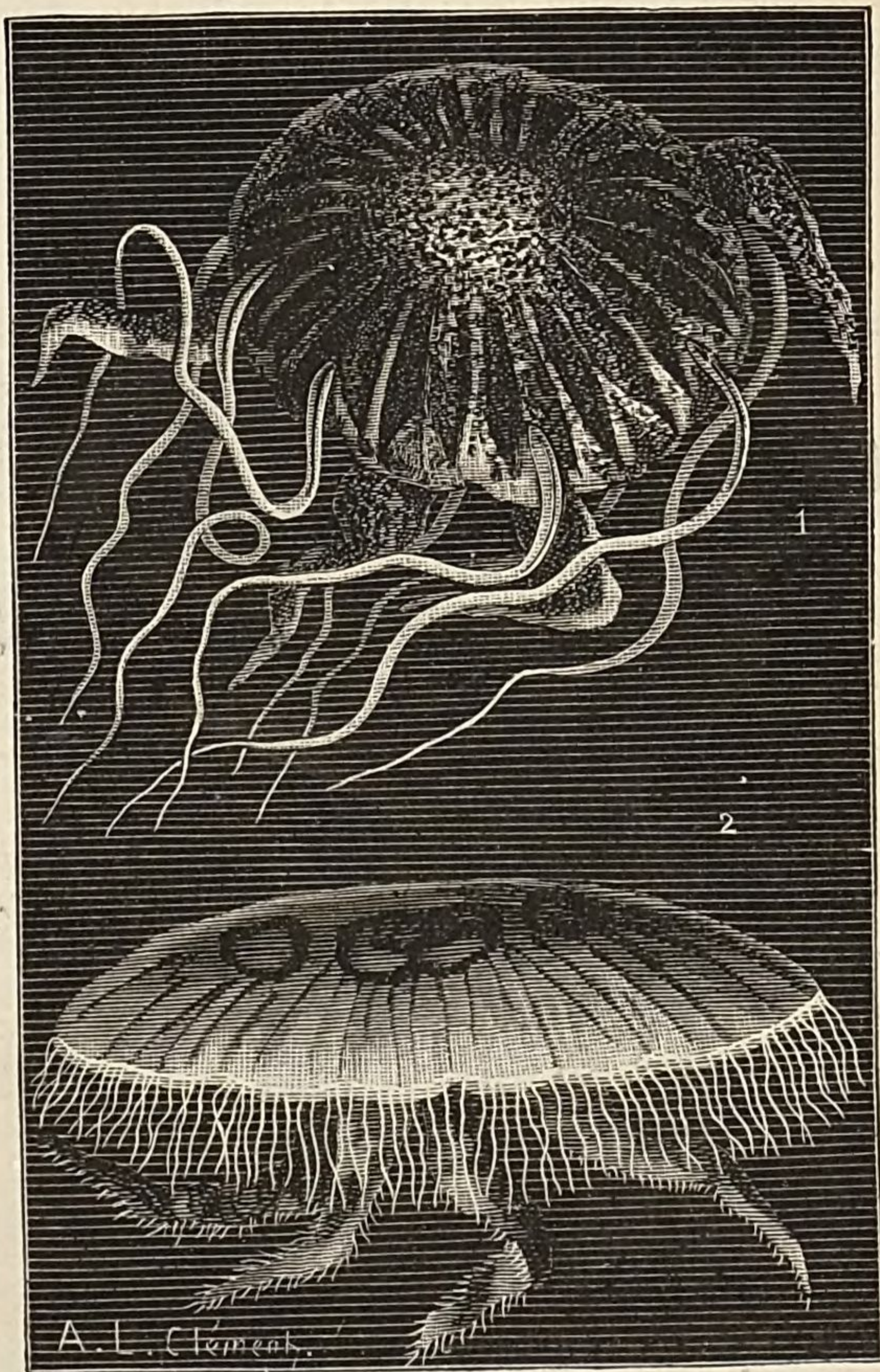


Fig. 64. Zwei pelagische Schirmquallen. 1) *Pelagia noctiluca* des Mittelmeeres, 2) *Aurelia aurita*, gemeine Qualle der Nord- und Ostsee.

der Fahrt des Blake einigemal aus bedeutenden Tiefen gefischt. Sie hat in der Gestalt große Ähnlichkeit mit *Periphylla*, aber kürzere Tentakeln, ist von weinroter Farbe und vielleicht eine ausschließliche Bodenbewohnerin, welche niemals an die Oberfläche steigt.

Die Ordnung der Discomedusen, welche keinen kegelförmigen Scheitel, sondern die Gestalten von mehr oder weniger niedergedrückten

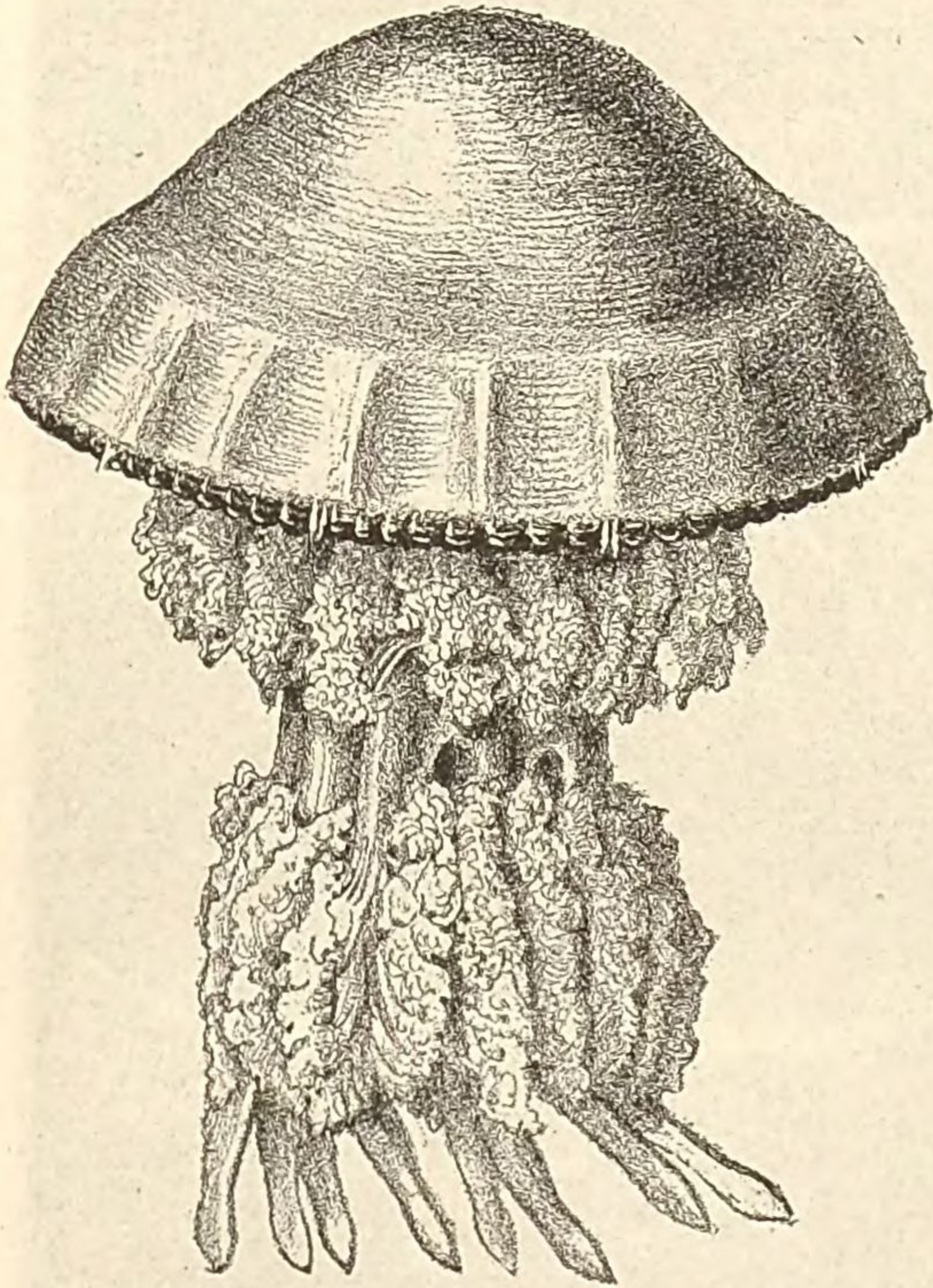


Fig. 65. *Rhizostoma Cuvieri*, gemeine Wurzelqualle der Nordsee. Stark verkleinert.

Scheiben bis zur Pilzform haben, ist an der Oberfläche des Meeres durch zahlreiche Arten vertreten, von denen eine (*Aurelia aurita* Fig. 64, 2), mit zahlreichen kurzen Randtentakeln, 4 Mundarmen und verästeltm Gastrovascularapparat bis in die Ostsee geht. *Atolla Wyvillii* und *Bäirdii* sowie *Nauphanta Challengeri* sind Tiefseevertreter derselben Familie, zu der die gemeine Qualle gehört (*Ephyridae*). Die erste dieser drei Arten ist flach, zirka 60 mm breit und 12 mm hoch, hat am Rande zahlreiche (22) kurze Tentakeln und

ebenso zahlreiche (22 mit den Tentakeln alternierende), Sinnesorgane, die aber auffallend geringer entwickelt sind als bei irgend einer andern Schirmqualle, so daß Haeckel sie nur mit großer Mühe aufzufinden vermochte. Sie bewohnt die antarktischen Gewässer und wurde aus einer Tiefe von 2000 Faden heraufbefördert. Die *Nauphanta* sieht aus wie ein modernes Salontaburett, ist 12 mm hoch und 8 mm breit, besitzt einen

flachen kissenartigen Scheibenteil, der gegen einen höheren, mit 16 unten zweizipfligen Längsfalten versehenen Randteil ringartig abgeschnürt ist. Die beiden Exemplare dieses schönen Geschöpfs wurden im südlichen atlantischen Ozean nicht weit von Tristan d'Acunha in einer Tiefe von 1250 Faden zusammen aufgefunden.

Die Familie der Pelagiden, zu denen die im Mittelmeer gemeine *Pelagia noctiluca* (Fig. 64, 1) gehört, ist bis jetzt nur als pelagisch bekannt, während die Rhizostomiden eine Art zum Kontingent der Tieffee fauna stellen. Diese „Wurzelquallen“, von denen *Rhizostoma Cuvieri* (Fig. 65) ein in den europäischen Meeren bis in die Nordsee sehr gemeiner Vertreter ist, zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Magenarme in verschiedenem Umfange verwachsen, aber so, daß innere Kanäle bleiben, welche mittels feiner Öffnungen mit dem umgebenden Wasser kommunizieren und winzige Partikelchen von Nahrung aufnehmen. Tentakeln oder Randfäden entwickeln sich nicht, aber wohl sind Sinnesorgane am Schirmrande vorhanden. Die einzige bekannte hierher gehörige Tieffeeform ist *Leonura terminalis*, eine flache Scheibe von 80—90 mm Breite mit 8 auf einer langen Strecke unverwachsenen (90 mm langen) Mundarmen, welche auf dem Durchschnitt bajonettartig dreikantig sind und im Innern drei Kanäle aufweisen, im untern Teile aber die für Rhizostomenarme so charakteristische Kräufelung zeigen. Der Vergleich eines solchen Armes mit einem Löwenschwanz (daher *Leonura*) liegt nahe. Das einzige Exemplar stammt aus dem südöstlichen stillen Ozean nicht weit von Juan Fernandez aus einer Tiefe von 2160 Faden.

Über Rippenquallen (*Ctenophorae*) der Tieffee sind unsere Kenntnisse recht mangelhaft, nur Chun hat einige einschlagende Beobachtungen gemacht. Nach diesen gehen die gelappten Formen nie in die Tiefe, während z. B. *Cestus Veneris* aus 656 Faden bei Ponza und seine Larve aus 440 bei Ischia gefischt wurden.

Siebentes Kapitel.

Die Stachelhäuter (Echinodermata) der Tiefsee.

Mit den Hohltieren vereinigte man bis 1848 die Stachelhäuter (Seeigel, -walzen, -sterne und -lilien) zu dem gemeinfamen Typus der Radiata oder Strahlentiere und sah vielfach namentlich in den Rippenquallen verbindende Formen. Indes ist die Ähnlichkeit beider Tierklassen eine rein äußerliche, durchaus nicht auf Blutsverwandtschaft beruhende.

Die Stachelhäuter zeigen einen strahligen Bau des Leibes, der auf den Zahlentypus 5 (resp. ein Vielfaches dieser Zahl) zurückzuführen ist und bei manchen Formen auch in den Details (z. B. den Stengelgliedern der Seelilien u. f. w.) streng gewahrt wird. Die Strahlen (Radii) wechseln mit Zwischenräumen (Interradii) regelmäßig ab, was am deutlichsten bei Seesternen (Fig 66) hervortritt. Alle Stachelhäuter besitzen als „Darmschlauch“ von der Körperwand gefonderte Verdauungseingeweide und zwischen beiden eine Leibeshöhle, ein eignes Blutgefäßsystem und ein Wassergefäßsystem (Ambulakralsystem), welches die Respiration und Bewegung vermittelt. In der Haut finden sich immer, aber in sehr verschiedener Ausdehnung Kalkeinlagerungen. Die Entwicklung erfolgt meistens mit einer oft recht komplizierten Metamorphose. Die Echinodermen sind geologisch sehr alte Geschöpfe und ausschließlich Meeresbewohner.

Die merkwürdigste Eigentümlichkeit in ihrer Organisation ist das Wassergefäßsystem. Um den Anfangsteil des Verdauungsrohres liegt ein dünnwandiger Kanal (Fig. 66, r), von dem in typischen Fällen 10 seitliche Kanäle ausstrahlen. Fünf derselben sind lang (in der Figur als abgeschnitten gezeichnet) und erstrecken sich in die Radien, welche mit Löchern versehen sind. Durch diese treten konische oder abgestumpfte feine und kurze Fortsätze der Radialkanäle, die hinten eine blasige, muskulöse Erweiterung haben, hindurch. Zwischen den Radialgefäßen, also interradiär, liegen alternierend fünf viel kürzere Kanäle, von denen vier zu einfachen oder gelappten Blasen entwickelt sind (die Polischen Blasen,

Fig. 66 p) und einer als Steinkanal nach oben neben den After steigt und hier in der Regel durch eine Art von Siebplatte (Madreporenplatte Fig. 66 o) frei nach außen mündet. Durch diese Madreporenplatte wird Seewasser gewissermaßen filtriert und in das Wassergefäßsystem aufgenommen, mittels Zusammenziehen der kleinen blasigen Erweiterungen der Füßchen, welche selbst im Körperinnern gelegen sind, wird in letztere Wasser gepumpt, sie treten aus der Körperwand nach außen, das Tier heftet sich mit ihnen fest, streckt sie dann in einer Richtung aus, heftet sie wieder an, löst die an der andern gegenüberliegenden Körperregion befindlichen von ihrer Unterlage los, zieht den Körper mit den angehefteten nach und so fort, wodurch es sich, und zwar manche Arten ziemlich rasch, vom Flecke bewegt.

Aus keiner Tierklasse hat der Challenger größere Schätze und überraschendere Neuheiten mitgebracht als aus derjenigen der Stachelhäuter, — ganze Ordnungen dieser Geschöpfe, vorher völlig oder fast völlig unbekannt, wurden der Wissenschaft zugänglich gemacht.

Da sind in erster Linie die Seewalzen zu nennen. Die Seewalzen, oder Seegurken (Holothuridae) sind mehr oder weniger gestreckte, wurmförmige Echinodermen, deren Haut nur gering entwickelte Kalk-einlagerungen in Gestalt von Nadeln, Platten, Schnallen, Stühlchen, in seltenen Fällen von Schuppen, Stacheln und Ankern besitzt. Infolge der wurmähnlichen Gestalt und der Gewohnheit meist kriechend sich zu bewegen, hat sich bei den Holothurien aus der radiären Symmetrie sehr

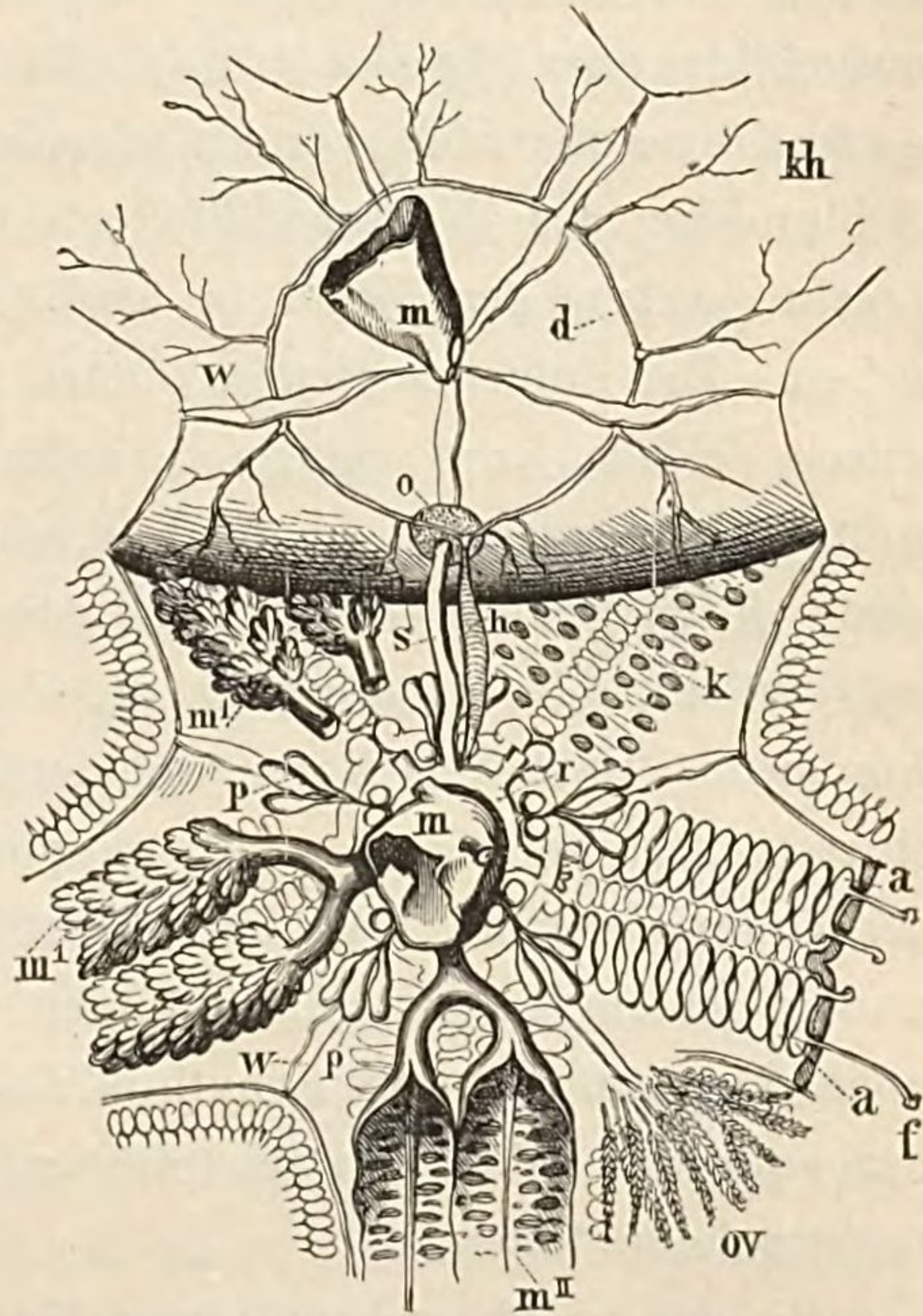


Fig. 66. Anatomie eines Seesterns. r Ringkanal mit abgeschnittenen Radiärkanälen, p Polische Blasen, a Ampullen, f Füßchen, k Löcher zu deren Durchtritt, o Madreporenplatte, s Steinkanal, m, m Magen durchschnitten, m^{II} Magendivertikel geöffnet, h Herz, d Blutgefäße, ov Eierstöcke, kh Körperhaut des Rückens.

oft eine bilaterale sekundär entwickelt und in der Regel ist eine eigene Modifikation der radiären Füßchenreihen in soweit eingetreten, daß drei neben einander gelegene als Trivium die Bewegung vermitteln und so die sekundäre Bauchseite des Tieres markieren, während die andern beiden als Bivium auf dem sekundären Rücken stehend mehr oder weniger rudimentär entwickelt oder anderweitig funktionierend sein können. Bei andern Formen (Stichopoda) sind alle fünf Reihen gleich ausgebildet oder (Sporadipoda) die Füßchen sind gleichmäßig über die ganze Körperoberfläche verteilt oder sie fehlen (Apoda) endlich. Von dem Schlundring des Wassergefäßsystems treten weitere Kanäle in die Tentakeln, welche den Mund in sehr verschiedener Zahl und Gestalt umgeben. Die Polischen Blasen können bis auf eine verschwinden oder sich durch Zerfallen der einzelnen bedeutend vermehren, der Steinkanal mündet entweder frei in die Leibeshöhle, dann tritt das Seewasser in diese durch Spaltöffnungen der Leibeswand und weiter in das Wassergefäßsystem, oder er dringt in die Wandung des Körpers selbst ein und kommuniziert mittels Poren mit der Außenwelt, wobei es zur Bildung einer wahren Madreporenplatte kommen kann. Um den Mundabschnitt des Darmes herum liegt ein aus 10—15 Stücken gebildeter Kalkring, und in seinem Endabschnitt münden in der Regel eigenartige verzweigte hohle Organe, die durch rhythmische Kontraktionen mit Wasser gefüllt bez. entleert werden und als Atmungsorgane, sogenannte „Wasserlungen“, funktionieren sollen.

Bis vor 12 Jahren kannte man bloß zwei Ordnungen: die Haftwalzen (Apoda) oder Synapten, fußlos und ohne Lungen, und die eigentlichen Holothurien (Pedata), welche zwei Familien, Schildtentakler (Aspidochirotae) und Baumtentakler (Dendrochirotae) bilden. Da fanden 1875 die Norweger auf ihrer Expedition nach dem Jenissei nordöstlich von Nowaja Semlja bei 50—150 Faden Tiefe in bedeutender Anzahl eine kleine fonderbare Holothurie, welche Hjalmar Théel unter dem Namen *Elpidia glacialis* als Repräsentantin einer neuen Holothurienfamilie (Elpidien) 1876 beschrieb. Zwei andere Formen, *Irpa abyssicola* und *Kolga hyalina* wurden 1876 und 1878 auf den weiteren norwegischen Fahrten in das arktische Meer in bedeutenden Tiefen

(1050 bis 2000 Faden) gedredht und von Koren und Danielfsen als Mitglieder der neuen Familie erkannt und beschrieben. Das Material, welches der Challenger von verwandten Geschöpfen mit heimbrachte, bestand aus 52 Arten und drei charakteristischen Varietäten und fand in Théel einen ausgezeichneten Bearbeiter. Der Blake fischte gleichfalls einige und ebenso der Talisman.

Auf Grund dieses umfangreichen, von ihm untersuchten Materials konnte Théel konstatieren, daß die betr. Tiere nicht nur eine eigene Familie, sondern sogar eine besondere Ordnung bilden, welche er Elafipoden (Plattenfüßler) nannte. Diese Ordnung zerfällt in drei Familien, in die alte der Elpididen und in die neuen der Deimatiden und Psychropotiden.

Die Elafipoden zeichnen sich durch eine ganze Reihe positiver und negativer Charaktere von den alten Ordnungen der Pedaten und Apoden aus. Zunächst ist die Gestalt ihres Körpers in sehr hohem Grade bilateral-symmetrisch und sind Rücken- und Bauchfläche recht verschieden entwickelt, namentlich ist letztere in der Regel verkürzt, so daß erstere sie vorn, oft auch hinten überwölbt und Mund- und Afteröffnung nicht mehr endständig sind, sondern bauchständig werden, und manchmal ist dann der vorderste Teil des Leibes als eine Art Kopf abgesetzt.

Sehr merkwürdig ist das System der Ambulakralfüßchen beschaffen. Im Trivium können sie häufig in der Mittelreihe verschwinden und bloß als Randfüßchen in den beiden Seitenreihen entwickelt sein, oder sie sind in ersterer doppelt entwickelt, treten aber in den letzteren nicht nach außen, sondern stecken in einem mehr oder weniger scharf markierten, durch ihre Gegenwart wellig erscheinenden Hautsaume oder beteiligen sich an der Bildung oft sehr langer, nicht zurückziehbarer seitlicher Fortsätze. In dem auf dem Rücken gelegenen Bivium treten die Füßchen nur selten zu Tage, bilden vielmehr in der Regel einfache oder mehrfache Reihen ähnlicher Fortsätze wie an den Seiten. Die als Füßchen und als Seiten- und Rückenanhänge nach außen tretenden Anhänge des Wassergefäßsystems zeigen eine ausgesprochene Neigung, an bestimmten Stellen und in bestimmter Anzahl bei den verschiedenen Arten aufzutreten, wodurch die Tiere eine feltfame Ähnlichkeit mit

Ringelwürmern oder einerseits mit Schmetterlingsraupen, andererseits mit nackten Meereschnecken mit ihren respiratorischen Rückenanhängen erhalten. Die Funktion der häufig so merkwürdig langen Fortsätze der Rückenseite ist nicht ganz klar, zunächst möchte man daran denken, daß sie hauptsächlich die Atmung vermitteln, aber Théel, auf ihren bedeutenden Reichtum an feinen Nervenverästelungen hinweisend, neigt dazu, sie für Tastapparate zu halten. Am Ringe des Wassergefäßsystems befindet sich meist nur eine Polische Blase, selten sind es ihrer zwei. Ein sehr eigentümliches Verhalten zeigt der Steinkanal, indem er nicht wie sonst bei den Holothurien einfach in die Leibeshöhle mündet, sondern in oder durch die Leibeswand nach außen tritt und hier mit einer Madreporenplatte verschlossen sein kann. Der Kalkring ist meist und oft in bedeutendem Grade rückgebildet, seine einzelnen Stückchen sind klein und nur lose in Zusammenhang. Auch die Kalkeinlagerungen der Haut sind meist von einfacher, sozusagen altertümlicher Beschaffenheit. Die als Respirationsorgane gedeuteten Wasserlungen fehlen bis auf die geringste Spur. Was die Färbung angeht, so sind die meisten Elaspoden, soweit man das nach in Spiritus konservierten Individuen beurteilen kann, von der gewöhnlichen Holothurienfarbe, d. h. grauviolett, violett, bräunlich u. s. w., sechs erscheinen glasartig, fünf sind rein weiß und zwei sind graugrün bis hell meergrün. Es finden sich aber einige auffallende und merkwürdige Erscheinungen in der Verteilung der Farbe; so ist z. B. bei *Benthodytes papillifera* die Rückenseite ziemlich hell, die Bauchseite aber schwarz-violett, und eine verwandte Art (*B. typica*) ist oben hellbläulich, unten aber purpurrot. Moseley hat den Farbstoff einiger Tiefseeholothurien untersucht und gefunden, daß derselbe ein sehr charakteristisches Spektrum hat, welches dem des Farbstoffs eines Haarflerns (*Actinometra atrata*) gleicht. Er nennt diesen neuen Farbstoff Antedonin. Nur eine Elaspode zeigt eine ausgesprochene Zeichnung (*Jlyodaemon maculatus*): sie ist weißgrau mit dunkelroten Sprenkeln und Flecken und ihre zahlreichen Rückenanhänge sind rot geringelt und mit roter Spitze, — und gerade sie ist, abgesehen von der glasartigen *Elpidia glacialis*, diejenige Form, welche die geringsten Tiefen (von 95 bis 150 Faden) bewohnt.

Wahrscheinlich laufen oder kriechen die Elasipoden mit offenem Maule auf dem Meeresboden dahin, fortwährend Sand und Schlamm verschluckend, mit denen ihr Verdauungsrohr prall gefüllt ist und von denen sie, bei dem geringen nährenden organischen Inhalt der Substanzen, gewaltige Massen zu sich nehmen müssen. Ihre Tentakeln sind zu kurz um als Greif- und Nährorgane wie bei anderen Holothurien dienen zu können. Was ihre bathymetrische Verbreitung angeht, so findet sich eine (*Elpidia glacialis*) von 50—2600 Faden, und zwar bewohnt sie im arktischen Meere geringere Tiefen als im australischen. Eine wurde zwischen 95 und 150, eine zwischen 345—1800 und eine bei 450 Faden entdeckt. Die übrigen finden sich zwischen 500 und 2750 Faden, und zwar die meisten Arten und Individuen zwischen 1000 und 2000. Auch andere Spezies als *Elpidia glacialis* zeigen eine weite horizontale Verbreitung: *Laetmogone violacea* ist aus der Nachbarschaft der Faröer und von Sidney bekannt und *Oneirophantes mutabilis* ist kosmopolitisch.

Théel teilt die Elasipoden in drei Familien ein, von denen die Elpidien von sehr veränderlicher Gestalt sind und an der Mittelreihe des Triviums keine Füßchen haben. *Scotoplana globosa*, welche zu dieser Familie gehört, ist ein seltsames, eirundes, hochgewölbtes Wesen, dessen Körper halb so breit wie lang ist und 7 Paar Füßchen und auf dem Rücken 3 Paar Anhänge trägt. Das vordere Paar ist sehr lang, hornartig nach vorn, das ebenso lange mittlere nach hinten gebogen und das sehr kurze dritte liegt unmittelbar dahinter. Die Arten des Geschlechts *Peniagone* haben am Vorderteil des Oberkörpers eigentümliche lappenartige, bald verzweigte, bald einfache Anhänge; dieser Anhang sieht bei *P. Challengeri* aus wie ein Stiefelknecht.

Die Mitglieder der Familie der Deimatiden haben in der Regel einen ziemlich langen, cylindrischen oder spindelförmigen Körper und auf dem Rücken meist zahlreiche, ziemlich lange, konische Fortsätze. Zu ihnen gehört die als Kosmopolitin erwähnte *Oneirophantes mutabilis* (Fig. 67), ein glasig weißgraues bis hellvioletttes Tier von bedeutender Variabilität: von 32 untersuchten Exemplaren war ein jedes anders. So hatten manche von den Füßchen, welche an den Seiten des Bauches

paarweise stehen, nur 11 Paar jederseits entwickelt, während ein anderes an der linken Seite 28 und an der rechten 26 Paar hatte. Die bedeutendste Größe, welche dieses merkwürdige, auch hinsichtlich der Zahl

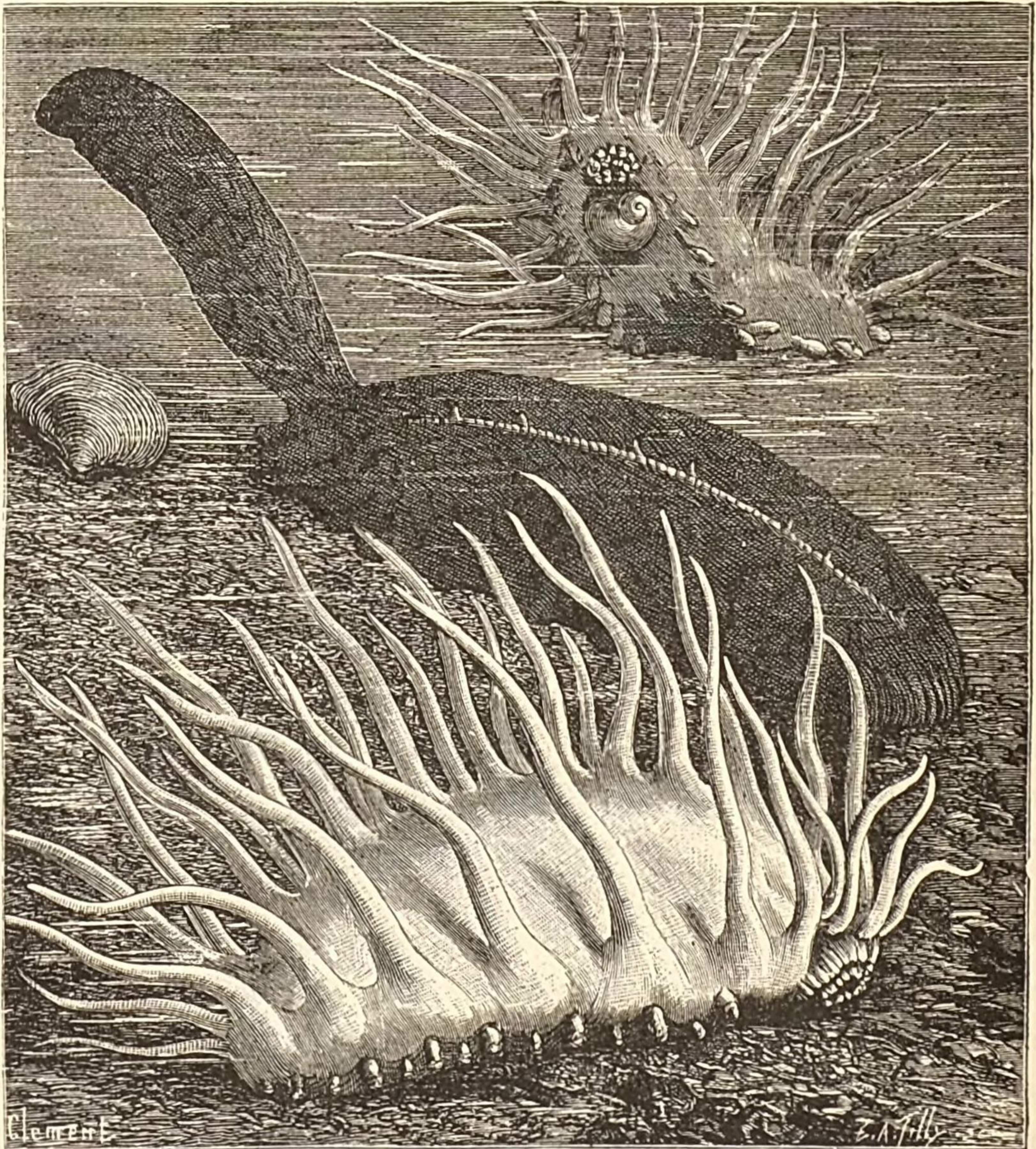


Fig. 67. Tiefsee-Holothurien. Im Vorder- und Hintergrunde je ein Exemplar von *Oneirophantes mutabilis*, in der Mitte eine *Psychropotes longicauda*.

und Länge seiner Rückenfortsätze sehr schwankende Geschöpf erreicht, ist 104 mm.

Bei den Psychropotiden, welche die dritte Familie der Elasipoden bilden, sind alle drei Reihen des Triviums entwickelt. Die Füßchen der mittleren stehen in zwei Reihen, die der Seitenreihen stecken in der

Regel in dem gewellten Hautsaum. Die Körper sind in dieser Familie meist verlängert wurmförmig, unter Umständen (*Euphronides depressa*) in hohem Grade flachgedrückt, so daß die Tiere an Plattwürmer erinnern. *Psychropotes longicauda* (Fig. 67), eine der seltsamsten Tierformen, ist von dunkelvioletter Farbe, bis 150 mm lang und 30 bis 35 mm breit. Im hintern Teile ihres Körpers erhebt sich auf dem Rücken zwischen den beiden Reihen des Biviums ein merkwürdiger langer, flacher blattartiger und nach hinten gerichteter Fortsatz von rätselhafter Bedeutung.

Wie zu erwarten, haben auch die anderen Holothurien Vertreter in der Tiefsee, aber sie zeigen verhältnißmäßig wenig von der Organisation ihrer das flachere Wasser bewohnenden Vettern abweichende Verhältnisse. Eine *Synapta* findet sich bei 345, eine andere bei 2350 Faden und zwei echte Holothurien gehen bis 2900 Faden. Am interessantesten sind einige sich gewohnheitsmäßig im Schlamm aufhaltende Formen mit sehr gering entwickelter Fähigkeit der Ortsbewegung. Bei solchen Arten auch aus feichteren Meeresteilen nimmt der Körper eine bleibende U-förmige Krümmung an, sodaß die beiden Hauptkörperöffnungen, Mund und After, aus dem Schlamm, in welchem der übrige Leib vergraben liegt, herausragen. Es kann aber die konkave Krümmung mehr und mehr verstreichen, sodaß die Tiere fast eirund werden und mit den beiden röhrenförmigen Fortsätzen eine Gestalt annehmen, welche sich am besten mit der eines aufgeblasenen Katzen- oder Hundemagens mit dem kurzen End- resp. Anfangsteil von Speiseröhre und Dünndarm vergleichen läßt. Solche Formen sind die während der Talismanexpedition in einer Tiefe von 800 Meter aufgefundenen *Ypsilothuria attenuata* und *Talismani*. Beide sind übrigens mit einer ziemlich festen, stacheligen Haut versehen. Außerdem sind noch zwei ausschließlich die Tiefsee bewohnende Gattungen (*Paelopatides* und *Ankyroderma*) bekannt. Die beiden vom Challenger in den antarktischen Gewässern entdeckten Holothurien mit Brutpflege (*Cladodactyla crocea* und *Psolus ephippifer*) sind keine Tiefseebewohner. Bei der ersteren halten sich die Jungen in bedeutender Anzahl an den Ambulakralfüßchen des Biviums auf dem Rücken der Mutter fest, bei der anderen hat

sich ebenfalls auf deren Oberseite ein eigenartiger, von Kalkplatten überdeckter Brutraum für die Eier entwickelt.

Die zweite Klasse der Stachelhäuter, die Seeigel (Echinoidea), sind meist kugelig oder herzförmig, manchmal abgeplattet, manchmal aber mützenartig, ziemlich hoch. Ihre Körperwand ist durch ein reich entwickeltes Kalkskelett, dessen einzelne Teile sich fest ineinander fügen, in der Regel zu einer festen Kapfel (der Corona) umgestaltet, welche zwei größere, von einer weicheren, aber auch durch Kalk Elemente gestützten Haut überspannte Öffnungen hat. In der einen liegt der Mund, in der andern der After; ersterer ist immer nach unten gerichtet, in der Mitte oder excentrisch gelegen, letzterer kann ihm polständig gegenüberliegen, oder in verschiedenem Grade gleichfalls excentrisch sein. Die Platten der Corona stehen in zehn Doppelreihen alternierend zusammen, die einen Paare liegen radial, sind für den Durchtritt der Füßchen durchbohrt und heißen Ambulakralplatten, die andern interr radial gelegenen, undurchbohrten, sind die Interambulakralplatten. Auf allen diesen Platten sind gewölbte Höckerchen vorhanden, mit denen sich mit einem unteren ausgehöhlten Ende Stacheln von sehr verschiedener Größe gelenkig verbinden. Die meisten besitzen innen oberhalb der Mundöffnung einen sehr komplizierten Kauapparat, der aus fünf Gruppen von Kalkstückchen besteht, eine konische Gestalt hat und unter dem Namen der Laterne des Aristoteles bekannt ist. Man unterscheidet nach der Lage von Mund und After regelmäßige und unregelmäßige Seeigel. Bei den ersteren liegen beide Körperöffnungen central einander gegenüber, ihr Leib ist streng radiär symmetrisch und die Ambulakralreihen verlaufen vom Rande der Mundöffnung bis zu dem der Afteröffnung, — das sind die Cidariden (von *κίθαρις*, persische Mütze). Unter den unregelmäßigen Seeigeln giebt es solche Formen, bei denen der Mund central, der After aber excentrisch liegt, meist sind sie von platter Gestalt und führen daher den Namen der Schildigel (Clypeastridae). Eine dritte Unterordnung der Echiniden bilden die Herzigel (Spatangidae), meist von herzförmiger Gestalt, nicht bloß mit excentrischem After, sondern auch Munde, in dem kein Kauapparat entwickelt ist.

Als der beste lebende Kenner der Seeigel ist Alexander Agassiz zu betrachten. Abgesehen davon, daß dieser Forscher das reiche, auf den amerikanischen Expeditionen gesammelte Material bearbeitet hat, fiel ihm auch die dankenswerte Aufgabe zu, die vom Challenger heimgebrachten Schätze an Echiniden zu untersuchen. Durch diese Forschungen hat er unsere allgemeine und spezielle Kenntnis dieser interessanten und schönen Stachelhäuter erweitert, wie kein zweiter Zoolog.

Er nimmt für die vertikale Verbreitung der Seeigel, die immer auf dem Boden lebende Tiere sind, drei Zonen an: die litorale bis zu 150 Faden Tiefe, die kontinentale, abhängig von den Veränderungen, welche die Kontinente im Laufe der geologischen Entwicklung der Erde erlitten haben, bis 500 Faden und die abyssische, welche vom Anfange ihres Bestehens an in den Tiefenverhältnissen ihrer Wohnstätten wenige oder keine Veränderungen erfahren hat und bis 2900 Faden, die tiefste von einem Seeigel (*Pourtalesia laguncula*) als bewohnt gekannte Tiefe, hinabgeht.

Im allgemeinen zeigt es sich, daß die Einförmigkeit in den körperlichen Charakteren der Seeigelfauna ebenso wie bei anderen Seetieren von der Küste zur Tiefe hin zunimmt. Die Küsten bieten, als dem Einflusse verschiedener Temperaturen, den Verhältnissen der Wasserbewegungen, der Mannigfaltigkeit der Bodenbeschaffenheit u. f. w. viel mehr als die tieferen Teile des Meeres ausgesetzt, eine weit größere Fülle bunter Lebensbedingungen, an welche sich die Tiere anpassen müssen und können. Wie für die landbewohnenden Geschöpfe horizontal vom Äquator nach den Polen, namentlich nach dem nördlichen hin, die die Existenz beeinflussenden Verhältnisse immer gleichförmiger werden und eine immer ähnlichere Fauna und Flora erzielen, so ist es für die Seetiere in vertikaler Richtung von der Küste bis zur abyssischen Tiefe. So sehen wir denn auch, daß unter den kontinentalen Formen der Seeigelfauna des atlantischen und stillen Ozeans der Reichtum an eigentümlichen Arten viel bedeutender ist als unter den litoralen, und unter den abyssischen wieder mehr als unter jenen. Anschließend hieran läßt sich auch behaupten, daß eine Art, welche eine bedeutende vertikale Verbreitung hat, auch in horizontaler Richtung auf einem ausgedehnten Gebiete vorkommen

wird: je polytroper ein Geschöpf ist, d. h. je leichter es sich verschiedenartigen Verhältnissen anzuschmiegen versteht, um so weiter kann es sich in jeder Richtung verbreiten. So sind Schmetterlinge, welche in der Schweiz sowohl in den tiefen Thälern, wie an den Grenzen des ewigen Schnees fliegen, meist in ganz Europa gemeine Arten. Es findet sich *Goniocidaris canaliculata* vertikal von der litoralen Zone bis zu 1975 Faden und in horizontaler Richtung bei den Falklandsinseln, Natal, Zanzibar und Australien, *Echinus acutus* bis 1350 Faden und von Norwegen bis Ascension und vom Mittelmeer bis zu Nordamerikas Ostküste, *Echinus elegans* wurde in vertikaler Richtung bis zu 1000 Faden und in horizontaler von Norwegen bis Tristan d'Acunha und Neuguinea und vom europäischen bis zum amerikanischen Gestade des atlantischen Ozeans aufgefunden. Zugleich beweisen auch Gattungen, welche in beiden Richtungen weit verbreitet sind, ihr bedeutendes Anpassungsvermögen auch noch dadurch, daß sie in geologischem Sinne sehr alt sind und viele einstige Zeitgenossen überlebt haben. Das Geschlecht *Salenia*, fast pantobathisch und kosmopolitisch verbreitet, erscheint schon im oberen Jura, *Echinus* in der Kreide.

Was die bathymetrische Verbreitung der daraufhin genauer bekannten Arten der drei Familien der Seeigel betrifft, so gestaltet sich dieselbe folgendermaßen:

Tiefe in Faden	Cidariden	Clypeastriden	Spatangiden
1—250	40	10	26
500*)	21	3	12
1000	6	2	8
1500	13	—	4
2000	6	—	10
2500	3	—	5
3000	1	—	17
	5 Arten von 90 (3,3 Proz.) von 1000—3000 Faden.		7 Arten von 72 (24,3 Proz.) von 1000—3000 Faden.

*) Inklusive der Arten von 1—500, also nicht bloß die zwischen 251 und 500. Gilt auch immer so für die folgenden Tiefenangaben.

Bei Betrachtung einer derartigen Liste dürfen wir freilich nicht vergessen, daß der Zufall gerade bei einer solchen Art der Statistik eine sehr große Rolle spielt, außerdem ist ja auch in geringeren Tiefen öfter gedredht worden als in den größeren und größten, daher die Wahrscheinlichkeit, reichere Beute zu machen, in jenen bedeutender als in diesen war. Aber trotzdem oder gerade erst recht deshalb ist obige Liste sehr lehrreich. Zufall dürfte es zwar sein, daß die Cidariden bei 1000 Faden eine Steigerung in der Zahl der Vorkommnisfrequenz erfahren, eins ist aber gewiß, ihre Zahl vermindert sich gradatim mit zunehmender Tiefe. Die Clypeastriden sind unzweifelhaft eine Familie, welche keinen wesentlichen Bestandteil der Tieffeeafauna bildet; wenn auch ein und die andere Art später noch unter 1000 Faden gefunden werden sollte, so würde das an der Thatfache nicht viel ändern. Am interessantesten gestalten sich die Verhältnisse für die Spatangiden, ja sie sind in gewisser Hinsicht geradezu überraschend zu nennen. Die Spatangiden sind die modernste Familie der Seeigel, das lehrt uns teilweise die Entwicklung der Echiniden in der Zeit: die Cidariden beginnen im Trias, die Clypeastriden (inkl. Echinoconiden) im Lias, und ebenso die Spatangiden (inkl. Cassiduliden). Namentlich sprechen aber auch ihre Organisationsverhältnisse dafür, daß sie bis zu einem gewissen Grade entartet sind, sie sind in ihrer Gestalt am weitesten vom prototypischen Seeigel entfernt und sind des Kauapparats durch Rückbildung verlustig gegangen.

Man sollte nun eigentlich erwarten, daß die bathymetrische Verteilung der drei Echinidenfamilien diesen ihren sozusagen geschichtlichen Verhältnissen entspräche. Das ist indessen, wie die Liste zeigt, nicht der Fall, und daß es nicht so ist, hat wohl seinen Grund in erster Linie in dem Bau und in den Ernährungsverhältnissen der drei Seeigelfamilien. Cidariden und Clypeastriden füllen sich den Darm zwar auch mit Schlamm, sind aber mit ihrem Kauapparat doch auch auf vegetabilische Nahrung (Nulliporen etc.) angewiesen, während die Spatangiden wie die Holothurien ausschließlich maritime Sedimente fressen. Ihnen war daher wohler auf dem Boden des Meeres als ihren Vettern, vielleicht könnte sogar jemand die Behauptung aufstellen, daß die Spatangiden aus den Clypeastriden gerade in den größeren Meerestiefen

hervorgingen und, einmal das Gegenteil von dem sonst üblichen Wege einschlagend, in die feichteren Gewässer erst einwanderten. Die Angaben

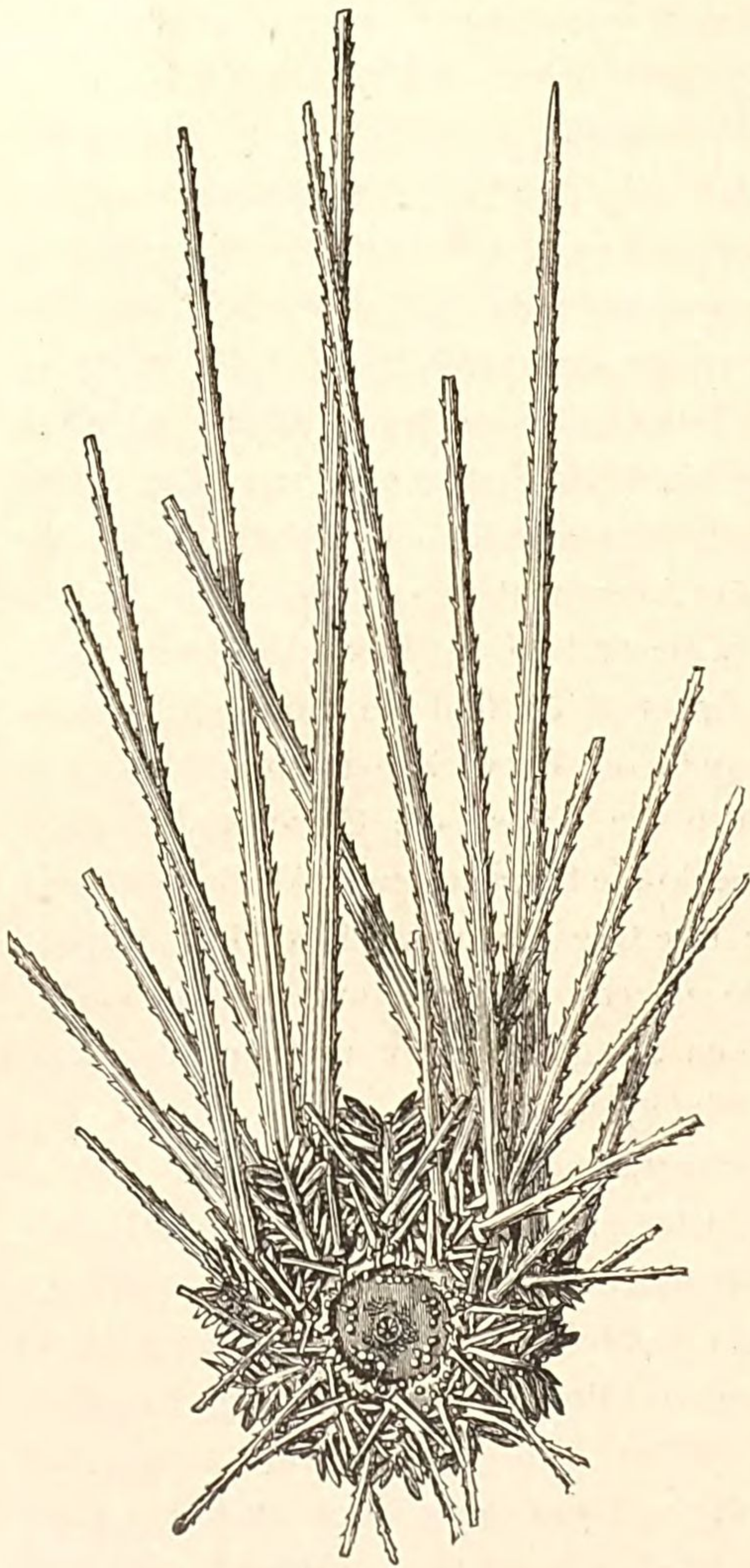


Fig. 68. *Salenia varispina*.

Exemplar von *Salenia varispina* aus einer Tiefe von 315 Faden dredschte. Hemipedina war in der Kreidezeit mächtig entwickelt, und ein Vertreter der Gattung (*H. cubensis*) hat sich bis in die Jetzt-

darüber, auf welcher Art von Tiefseegrund die Spatangiden gefunden wurden, geben uns keinen rechten Aufschluß. Denn danach wurden von den gesammelten Exemplaren von Tiefseearten ungefähr 44 Prozent auf Schlamm (mud), 31 auf Globigerinenschlick, 5,5 auf rotem Thon, ebensoviel auf Radiolarienschlick und 14 auf Diatomeenschlick gefunden. Merkwürdig ist indessen immerhin die verhältnismäßig starke Entwicklung auf der letztern Art der Tiefsee-Sedimente.

Nicht ohne Interesse sind die Beziehungen der lebenden Gattungen der Echini- den zu den fossil vorkommenden Arten. Spezies von *Salenia*, sind in gewissen Schichten der Kreide und des Jura sehr gemein und das Geschlecht galt für ausgestorben, bis Graf Pourtalès im Jahre 1869 ein einzelnes

welt herüber gerettet. Eine Familie mit altertümlichen Charakteren sind auch die Echinothuroiden, bei denen die einzelnen Kalkplatten sich nicht starr aneinander fügen, sondern mit ihren Rändern übereinander greifen. Daher geben die Tiere beim Anfassen, was übrigens wegen der zahlreichen kleinen, leicht sich ablösenden Stacheln ein mißliches Ding ist, nach und Wyville Thomson sah, wie bei den lebenden eine wellenartige Bewegung über die Schale verlief. Eine zu dieser Sippe gehörige Art (*Phormosoma uranus*), beiläufig in Tiefen von 1525 Faden gefunden, kann man, ohne irgend etwas an der Schale zu zerbrechen, aufrollen wie ein Blatt Papier. Eine der schönsten Arten aus



Fig. 69. *Asthenosoma hystrix*.

dieser Familie ist das scharlachrote *Asthenosoma hystrix* (Fig. 69), das auf der dritten Fahrt des Porcupine, nicht weit von Schottlands Nordküste gedredht wurde. Eine auffallend weiche Schale hat auch der ziemlich spitze und hochgewölbte *Cystechinus vesica*, welcher zwischen 1675 und 2160 Faden vorkommt. Alexander Agassiz vergleicht ihn mit einem alten zerknüllten Filzhut. Überhaupt nimmt die Festigkeit und der Reichtum an Kalk der Koronen der Seeigel mit der Tiefe ab, sogar bei Exemplaren derselben Art. Möglich, daß hieran, stellenweise wenigstens, die Armut der tieferen Gewässer an Kalk schuld ist, wahrscheinlicher indessen ist die Ursache dieser Erscheinung darin zu suchen, daß

die Tiere in den größeren Tiefen ein im ganzen friedlicheres Leben führen und fester Panzer demzufolge nicht bedürfen.

Die interessanteste Entdeckung, welche die neueren Tieffee-Expeditionen, was Seeigel betrifft, gemacht haben, ist die der schönen und seltsamen Pourtalesien aus der Gruppe der Spatangen. Sie sind langgestreckt, manche (*Pourtalesia phiale* und *ceratopyga*, *Echinocrepis cuneata*) ganz von der Form steinerne, aber undurchbohrter Streithämmer und bilden in gewissem Sinne einen Sammeltypus, d. h. sie vereinigen in sich Charaktere sehr verschiedener und vor ihrer Entdeckung weit auseinander gerissener Formen. Es sind echte Tieffeebewohner und manche haben ein weites Gebiet des Vorkommens.

Der stattlichste Seeigel, den man bis jetzt kennen gelernt hat, ist auch ein Bewohner der Tiefe, *Phormosoma hoplacantha*, mit einem Durchmesser von 312 mm.

Von allen Stachelhäutern ist die Klasse der Seeesterne (*Asteroidea*) die in jeder Beziehung am höchsten entwickelte, was wohl in erster Linie darauf zurückzuführen ist, daß ihre Angehörigen im Gegensatz zu den meisten übrigen Echinodermen keine blöden Vegetarier bzw. Schlammfresser sind, sondern von animalischer Kost leben. Ein wirkliches Raubtier kann nur selten und unter ganz besonderen Verhältnissen ein sessiles Tier sein, es muß vielmehr die Fähigkeit freier Ortsbewegung bewahrt und diese in um so höherem Maße entwickelt haben, je hurtiger seine Beutetiere sind. Mit der Gewohnheit energischerer Bewegung aber geht Hand in Hand eine freiere Gliederung des Körpers, ein entwickelteres Muskelsystem, höher beanlagte nervöse Apparate und als endliche Folge aller dieser zusammenwirkenden Faktoren eine größere Intelligenz. Wie anders ist das planvolle Benehmen eines gefangenen Schlangensterne, der mit großer Gewandtheit zu entchlüpfen versucht und zu entchlüpfen versteht, gegenüber der stumpfsinnigen Resignation einer trägen Holothurie, die ihren höchsten Trumpf ausspielend ihre Eingeweide von sich bricht!

Der Körper der Asteroiden zeichnet sich zunächst dadurch aus, daß er flachgedrückt ist, daß sein System von Ambulakralfüßchen sich ausschließlich auf der Mundseite befindet und daß seine Radialen immer

mindestens etwas eckig vorspringen, meist sogar zu längeren, oft selbst sehr langen Armen ausgezogen sind. Diese Arme selbst sind gegliedert und besitzen ein inneres Skelett, dessen Teile ähnlich wie die Wirbel an dem Rückgrate eines Wirbeltieres miteinander verbunden sind.

Man unterscheidet zwei Unterklassen der Seesterne: die Schlangensterne (*Ophiuridae*) und die eigentlichen Seesterne (*Stelleridae*).

Die Schlangensterne haben lange, meist sehr bewegliche Arme von cylindrischer Gestalt, welche sich scharf gegen die Scheibe des Körpers absetzen und auf der Unterseite mit einer kontinuierlichen Reihe von Schildern versehen sind, die Lücken zwischen sich haben, aus welchen die Füßchen hervortreten. Bei allen Formen fehlt ein besonderer After und funktioniert dafür, wie bei den Coelenteraten, zugleich der Mund mit. Die große Beweglichkeit der Arme erlaubt den Schlangensternen ein rasches Kriechen und Klettern und Preyer hat in einem hochinteressanten Aufsätze (Mitteil. aus d. zoolog. Station zu Neapel. Band VII) gezeigt, wie überraschend klug sie ihre Bewegungsfähigkeit zu benutzen verstehen, um ihren Körper aus den ungewöhnlichsten Zwangslagen zu befreien. Ophiuriden finden sich in allen Meeren und in allen Tiefen und manche Arten aus der Tieffee (z. B. *Ophiomusium Lymani*, *Ophiocreas spinulosus*, *Ophiocamax hystrix*) leben in großen Gesellschaften.

Die Zahl der bekannten Arten ist durch das von Theodor Lyman bearbeitete Challenger-Material von 380 auf 550 gestiegen und die meisten neuen Formen stammen aus Tiefen von über 100 Faden. Manche Spezies, namentlich aus den Geschlechtern *Amphiura* und *Ophiacanthus* finden sich von der Küstenzone bis zu den größten Meeres-tiefen, andere Gattungen (*Ophiotrochus*, *Ophioplinthus*, *Ophiermus*) sind auf die abyssischen Regionen beschränkt. Zwischen 150 und 500 Faden wurden bis jetzt 137, zwischen 500 und 1000 aber 64 und unter 1000 Faden noch 69 Arten entdeckt und von den letzteren finden sich 50 ausschließlich hier. Einzelne Arten haben eine sehr weite Verbreitung, so ist z. B. *Ophiomusium* im nördlichen und südlichen atlantischen Ozean, bei Neuseeland, Japan und an der südwestlichen Küste Südamerikas aus Tiefen zwischen 565 und 1822 Faden gedredht

worden. Auffallend ist die Thatfache, daß von der Mitte des stillen Ozeans bis zur amerikanischen Westküste Schlangensterne außerordentlich selten sind, nur ein einziger wurde auf dieser großen Strecke erbeutet.

Die meisten Tiefseearten der Ophiuren sind lebhaft orange und rot, bleichen aber nach der Beobachtung von Agassiz in Spiritus aus und zwar weit mehr als Formen aus flachem Wasser, sodaß man auch in

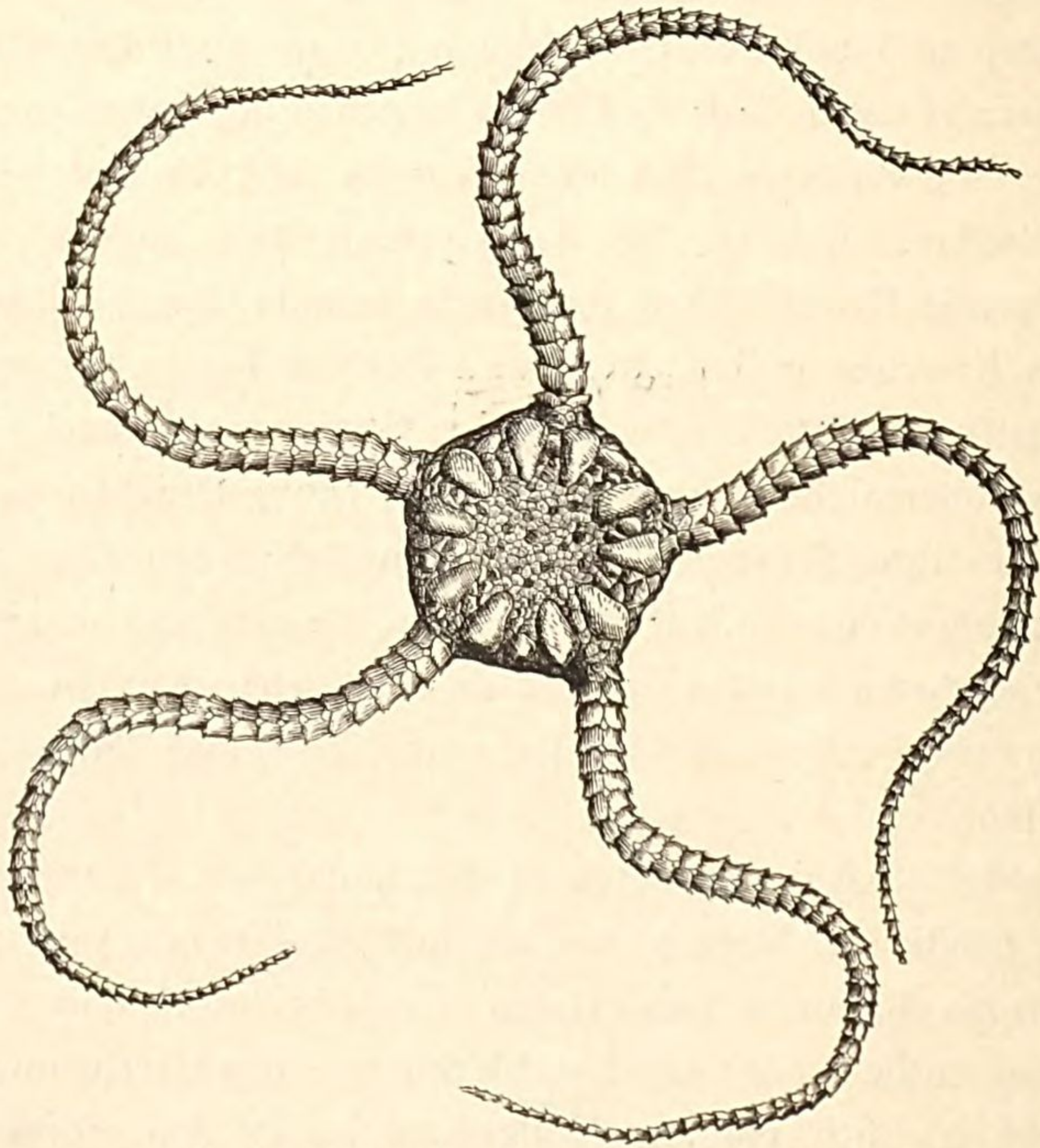


Fig. 70. *Ophiomusium Talismani*, aus einer Tiefe von 884 Faden.

den Sammlungen die letzteren an ihrer intensiveren Färbung erkennen kann. Außerdem zeigen gewisse abyssische Arten besondere Eigentümlichkeiten der Organisation: so besitzen die unter 1000 Faden haufenden Spezies von *Amphiura* zahlreichere Papillen am Munde als ihre Gattungsgenossen aus seichterem Wasser und die ebendort vorkommenden *Ophioglyphen* haben meist verdickte Armplatten und eine mikroskopisch fein granulierte Oberfläche. Lyman stellt bei Mitteilung dieser

interessanten Thatfachen die Behauptung auf, solche Eigentümlichkeiten der Organisation seien offenbar nicht von den Existenzbedingungen abhängig, noch hätten sie irgendwelche Beziehungen zum „Überleben des Passendsten“.

Nun, — nach meiner Meinung existiert kein Ding ohne Ursache in der Welt und auch jene zunächst noch rätselhaften Unterschiede zwischen den Amphiuren und Ophioglyphen der Tieffee und des seichteren Wassers sind unbedingt das Resultat äußerer Einflüsse, beruhen mithin auf Anpassung. Wenn wir diese Ursachen noch nicht erkennen können, so beweist das nur unsere menschliche Kurzsichtigkeit, aber ganz gewiß nicht, daß keine vorhanden wären!

Die übrigen Seesterne (Stelleridae) besitzen einen After und ihre Arme sind an der Unterseite mit einer nicht von Schildchen überdeckten Längsfurche (Ambulakralfurche) versehen, in welcher sich die Füßchen befinden. Die meisten Arten sind Bewohner der weniger tiefen Gewässer, doch giebt es auch interessante Tieffeeformen.

Schon Anfang der fünfziger Jahre unseres Jahrhunderts dredgte der berühmte norwegische Dichter und Naturforscher Peter Kirsten Asbjörnson aus dem seiner landschaftlichen Schönheit halber vielgepriesenen Hardangerfjord bei einer Tiefe von ungefähr 200 Faden einen wundervollen, fremdartigen Seestern, der in gewissem Sinne einen Übergang zwischen den Stelleriden und Ophiuren bildete. Von einer kleinen runden, ungefähr 3 cm im Durchmesser habenden Centralscheibe entsprangen elf runde, schlanke, mit sehr schmaler Ambulakralfurche versehene Arme von zirka 30 cm Länge, die auf das zierlichste mit eleganten Dornen besetzt waren. Die Farbe des herrlichen Geschöpfes ist oben rot, unten weißlich und dabei besitzt es noch die Eigenschaft intensiven Leuchtens. Asbjörnson belegte den wundervollen Seestern mit dem bedeutsamen Namen „Brisinga“, nach dem von Zwergen geschmiedeten Brustschmucke der Göttin Freya, den ihr der von Heimdall bekämpfte Loki stahl und in die Tiefe des Meeres verbarg. Die Brisinga-Arten haben zum Teil eine sehr weite Verbreitung, und man hat ihrer eine ganze Reihe gefunden: so entdeckte Michael Sars bei den Lofoten

B. coronata, welche Agassiz in den westindischen Gewässern wieder fand, und bei der Talisman-Expedition dredschte man *B. robusta*

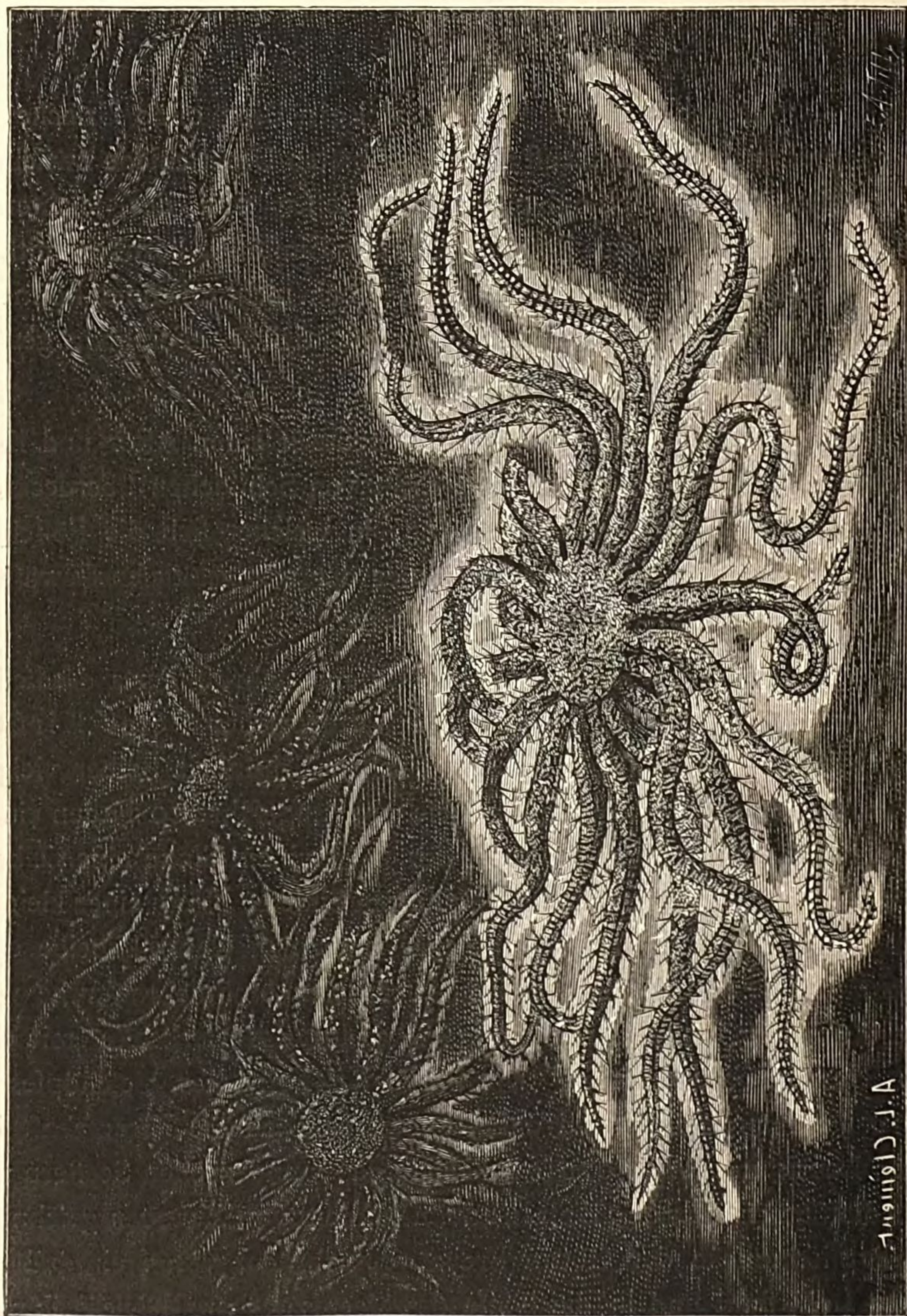


Fig. 71. *Brisinga elegans*, aus 820 Faden Tiefe.

zwischen 480 und 1900 Faden, bei 820 *B. elegans* (Fig. 71) bei 1300 *B. spinosa*, bei 785 *B. semicoronata* und bei 1220 *B. Edwardsi*.

Die letztere ist nach Filhol an der Stelle, wo sie gefunden wurde, so häufig, daß sie bei Tausenden den Meeresboden bedecken muß.

Eine verwandte Gattung ist *Freyella*, welche der Talisman an der afrikanischen Westküste zwischen 1000 und 1400 Faden fand. Eine Art (*F. spinosa*) hat 13 spindelförmige Arme von 25 cm Länge und strömt nach den Beobachtungen Perriers einen eigentümlichen Phosphorgeruch aus. Es ist dem französischen Forscher nicht unwahrscheinlich, daß auch sie Leuchtkraft besitzt, welche freilich wohl mit dem „Phosphorgeruch“ kaum in irgend einem Zusammenhang stehen dürfte! In einem Punkte zeichnen sich die Freyellen vor den Brisingen vorteilhaft aus: die letzteren haben die für den Sammler sehr unangenehme Gewohnheit, ihre Arme freiwillig abzubrechen, sodaß unverletzte Exemplare wohl kaum in irgend einem Museum sich befinden, *Freyella* thut das aber nicht.

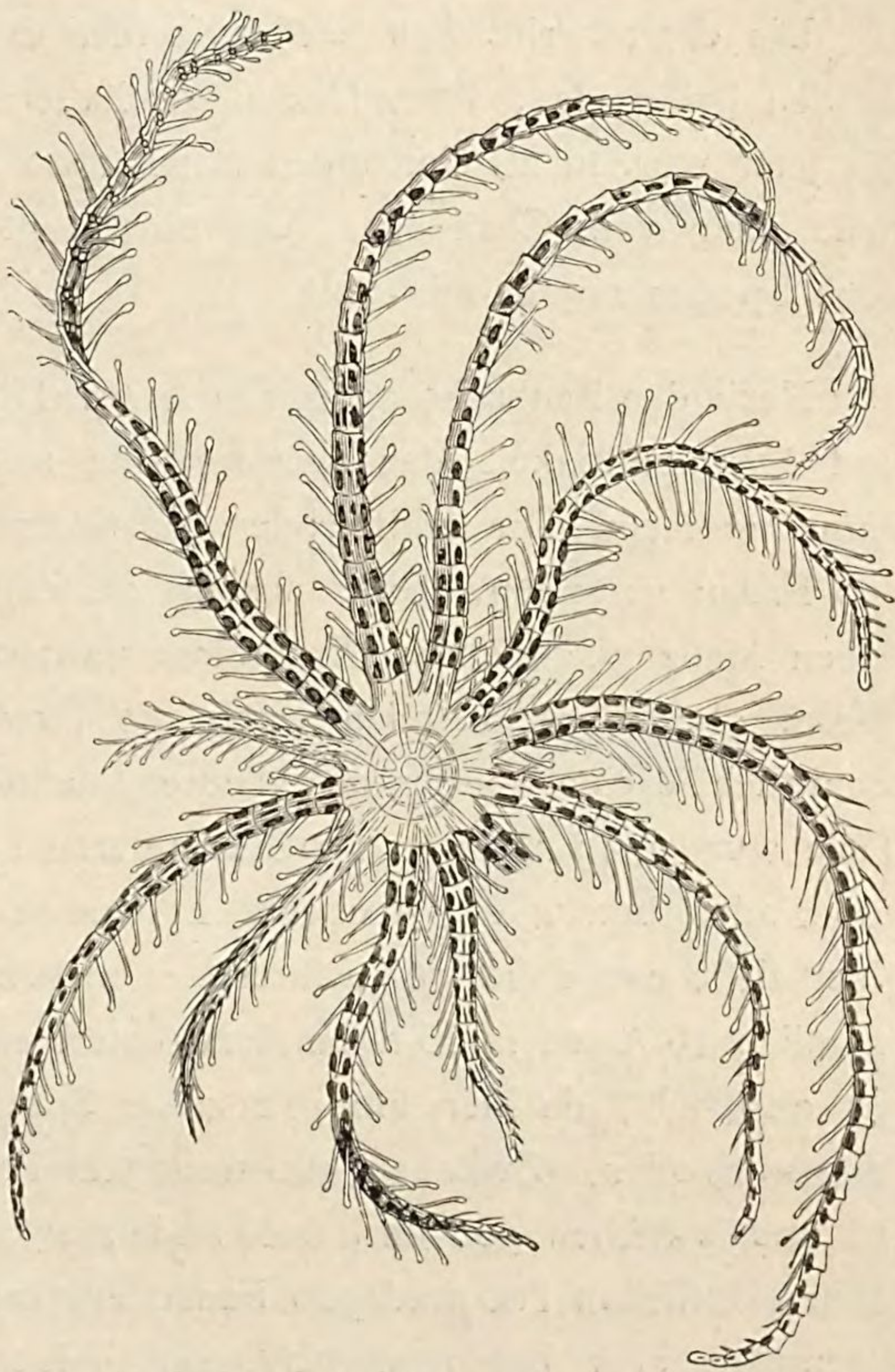


Fig. 72. *Hymenodiscus Agassizii*, aus einer Tiefe von 452 Faden.

Verwandt mit den Brisingen ist ein von Agassiz in den westindischen Gewässern aufgefundener Seestern (*Hymenodiscus Agassizii*, Fig. 72), der in noch höherem Grade als jene die Stelleriden und Schlangensterne verbindet. Er hat eine runde Körperscheibe, von welcher sich die langen, schlanken und beweglichen Arme deutlich ab-

setzen. Diese Arme, immer 12 an der Zahl, während sie bei den Schlangenfarnen zu sechs oder in der Regel zu acht auftreten, sind am Rande mit langen Dornen versehen und haben ein sehr einfaches, aus vier Längsreihen von Stücken bestehendes Kalkgerüst.

Die charakteristischen Seefarnformen der größeren Tiefen gehören zu den Brisingiden, Pterasteriden, Archasteriden und Porcellanasteriden. Bis jetzt wurden 26 Gattungen unter 1000 Faden gefunden, davon 18 neue allein vom Challenger, der überhaupt 28 neue Genera und 150 neue Spezies mit heimbrachte.

Nach den Beobachtungen von A. Agassiz wird die Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit der Seefarnfauna mit der zunehmenden Tiefe immer geringer. Die zahlreichsten Individuen werden zwischen 100 und 250 Faden gefunden, jedoch scheint die Zahl der Arten nicht in demselben Maße wie die der Exemplare nach untenhin abzunehmen. Bei Tiefen oberhalb 100 Faden waren 2·7 Dredschzüge nötig, um durchschnittlich je eine Spezies zu erbeuten, denn bei 41 Zügen in genannter Tiefe wurden 15 Arten in 150 Exemplaren gefangen. Zwischen 100 und 200 Faden betrug die Ausbeute 21 Spezies mit 144 Individuen, der Koeffizient war dabei 3·6, während er zwischen 200 und 300 Faden 3·15 (nämlich 16 Arten in 66 Exemplaren) und zwischen 300 und 400 Faden 3·9 ausmacht, da hier bloß 12 zu 9 Spezies gehörige Individuen gefangen wurden. Zwischen 400 und 500 Faden wurde der Koeffizient 4·6 und zwischen 500 und 600 Faden 1·3. Fünfzehn Dredschzüge in Tiefen zwischen 800 und 900 Faden ergaben nur 3 Arten in je einem Exemplar, aber bei 1900 bis 2000 Faden stieg die Frequenz wieder etwas, indem nämlich mit 4 Zügen 4 Spezies in 7 Individuen an das Tageslicht befördert wurden. Die größte Tiefe, aus welcher überhaupt je Seefarne (Brisinga, Hymenaster und Benthaster) gedredht wurden, erreichte der Challenger westlich von Yokohama bei 2900 Faden. Manche Formen (z. B. Archaster mirabilis) sind befähigt, in Tiefen von 56 bis 1920 Faden vorzukommen, während andere sehr lokalisiert in ihrer vertikalen Verbreitung sind. Der eben genannte Seefarn scheint überhaupt einen sehr günstigen Kampf ums Dasein zu kämpfen, wenig-

ftens wurde er bei den Fahrten des Blake zu Hunderten gedredht und neigt auch sehr zur Varietäten-Bildung.

Im allgemeinen herrschen die Archasteriden im atlantischen und die Pterasteriden und Porcellanasteriden im stillen Ozean vor, während die Südsee eine ziemlich gleichmäßige Entwicklung dieser Familien aufweist. Die Archasteriden haben flache Körper und verlängerte Arme und die meisten Arten der Tiefsee zeichnen sich dadurch aus, daß an ihren Füßchen die End-Saugscheibchen fehlen, sodaß ihre Bewegungsfähigkeit sehr wesentlich beeinträchtigt ist. Die Pterasteriden haben kurze und dicke Arme und ihre Rückenhaut erweitert sich auf der Scheibe zu einer Tasche, in welche der After und die fünf Geschlechtschläuche sich öffnen, und in der die Entwicklung der Eier vor sich geht. Hymenaster, ein hierher gehöriges Geschlecht der Tiefsee, besitzt eine sehr weite Verbreitung und findet sich in allen größeren Meeren. Die Familien der Porcellanasteriden (mit *Porcellanaster granulatus*, Fig. 73) ist erst in neuerer Zeit bekannt geworden und wird von Tiefseeformen gebildet, die sich namentlich dadurch auszeichnen, daß die Arme, welche bloß die Länge des Scheibendurchmessers haben, am Rande mit ansehnlichen, porzellanartig durchscheinenden Platten bedeckt sind.

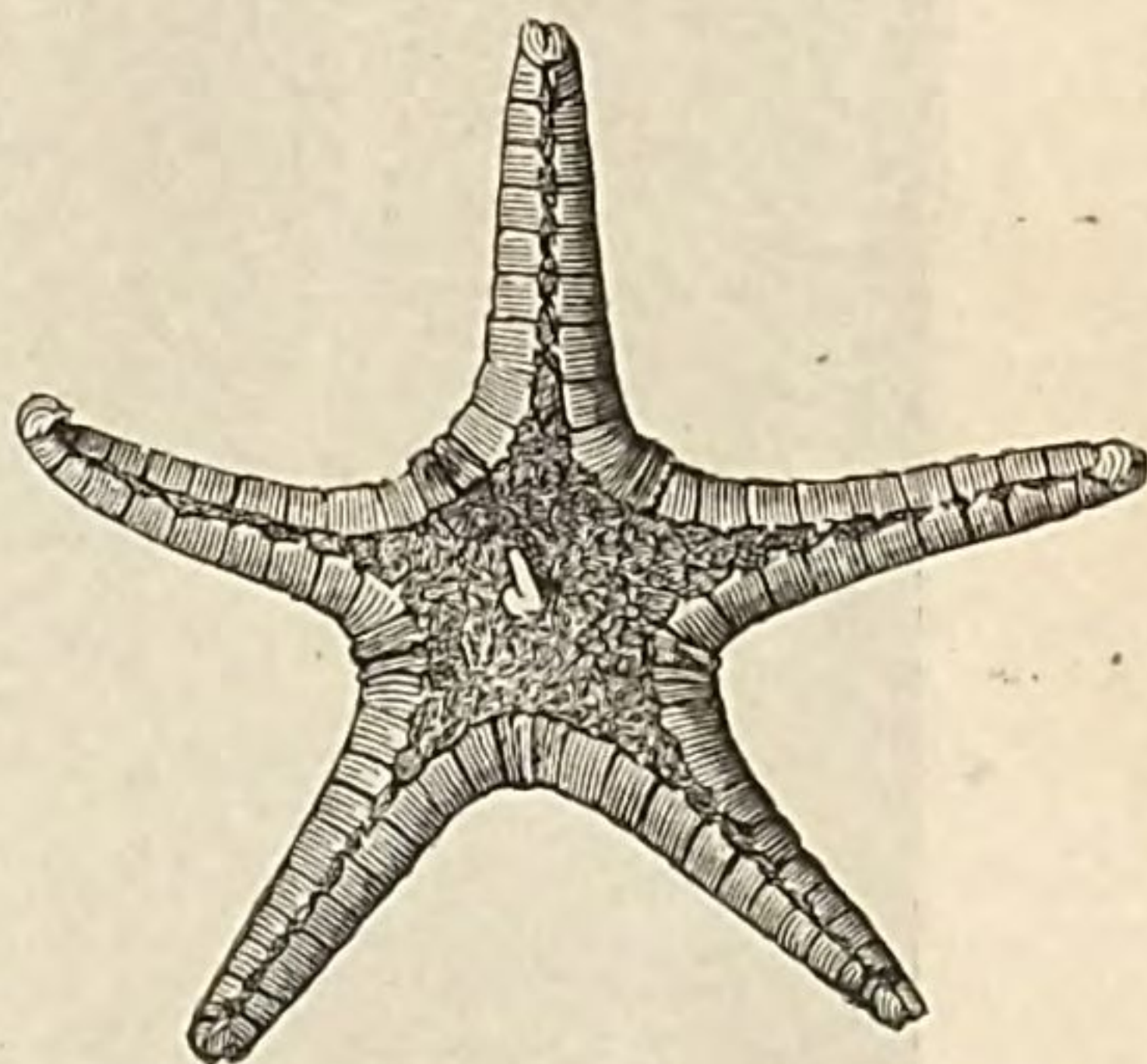


Fig. 73. *Porcellanaster granulatus*, aus einer Tiefe von 1250 Faden.

Während die Seewalzen, Seeigel und Seesterne doch immer in flacherem Wasser ihre höchste Entwicklung sowohl hinsichtlich der Zahl der Arten wie der Individuen erreichen, verhalten sich die beiden Familien der Haarsterne in dieser Hinsicht sehr verschieden.

Die Haarsterne (Crinoidea, von Miller nach dem griechischen *κρίνον*, Lilie benannt) sind zeitlebens oder wenigstens in der Jugend festsetzende Echinodermen mit becher- bis kugelförmigem Körper, auf dessen Oberseite Mund und After liegen, während sein aboraler Pol zur zeitweiligen oder dauernden Befestigung dient. Die schlanken Arme sind gegliedert, beweglich, tragen an den Seiten feine, blattartige Anhänge

(die Pinnulae), sind auf der Oberseite mit einer bis zum Munde verlaufenden Furche versehen, welche von einer zarten Haut ausgekleidet ist und die zarten, hier zu tentakelähnlichen Bildungen entwickelten Ambulakralfüßchen trägt und daher den Ambulakralfurchen der See-sterne entspricht.

Die Crinoiden zerfallen in zwei Familien, in die der Seelilien (Pentacrinidae) und die der eigentlichen Haarsterne (Comatulidae). Die ersteren sind, abgesehen vom embryonalen Alter, zeitlebens gestielt und

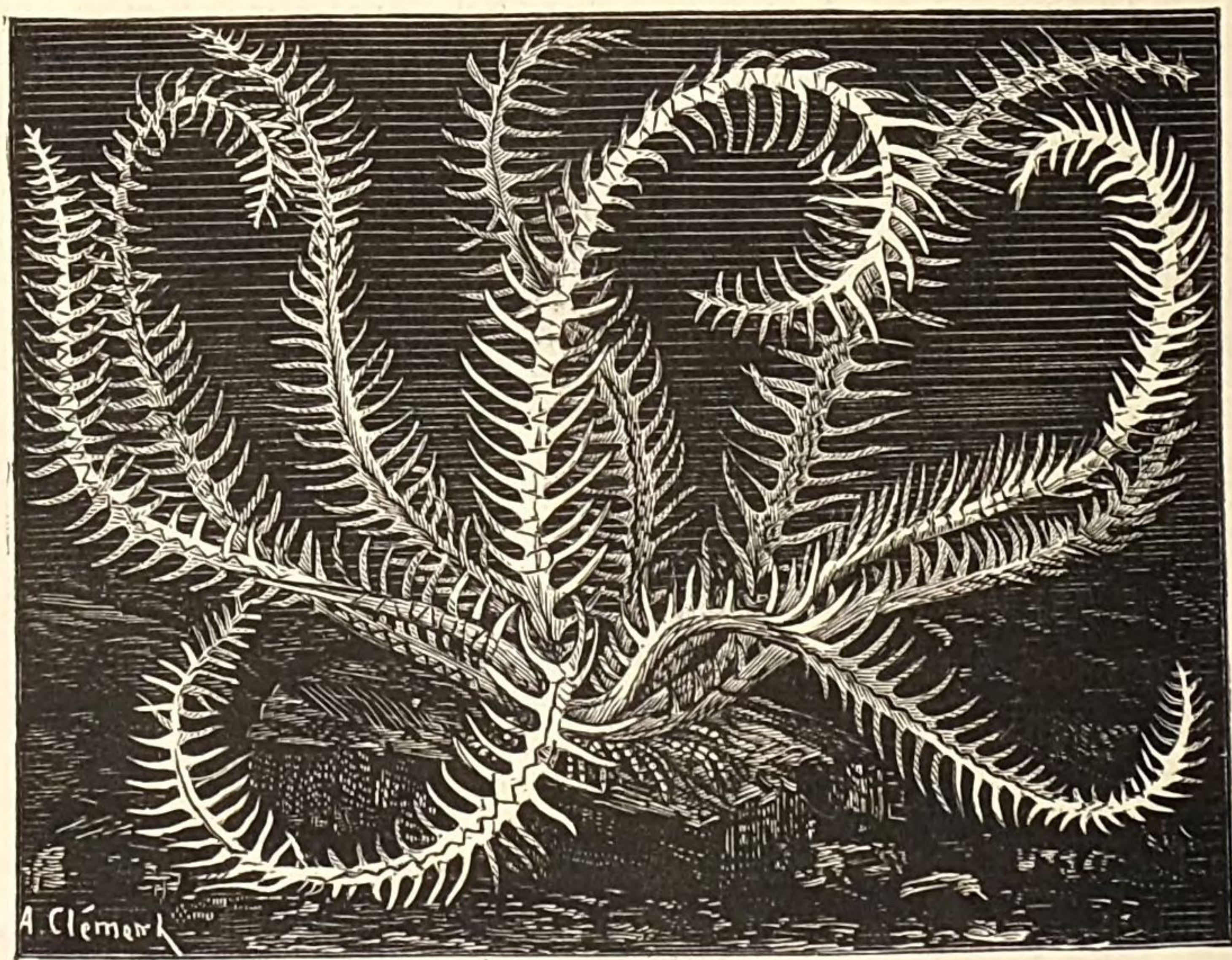


Fig. 74. *Comatula rosacea*.

am Stiel mit eigentümlichen gegliederten Anhängen, den Cirren versehen, während die Comatuliden nur in der Jugend einen Stiel haben.

Die Seelilien sind die ältesten bekannten Echinodermen, denn Reste von ihnen (Stielglieder) finden sich in den ältesten, Versteinerungen führenden Schichten der cambrischen Formation, aber darum braucht man noch nicht anzunehmen, daß sie auch die wirklich ältesten sind. Ich glaube vielmehr, daß denjenigen der cambrischen Schichten schon eine lange Ahnenreihe sicher teilweise freilebender vorangegangen ist.

Denn alle sessilen Tiere stammen von nicht festsitzenden ab: Sessilität ist erst eine sekundäre Anpassung.

Neueren Datums und erst im Jura beginnend sind die Comatulen; ihre freie Beweglichkeit ist wieder etwas neu Erworbenes, und sie hatten festsitzende Ahnen, das lehrt uns ihre Entwicklungsgeschichte. Im Jahre 1827 beschrieb der ausgezeichnete irische Naturforscher

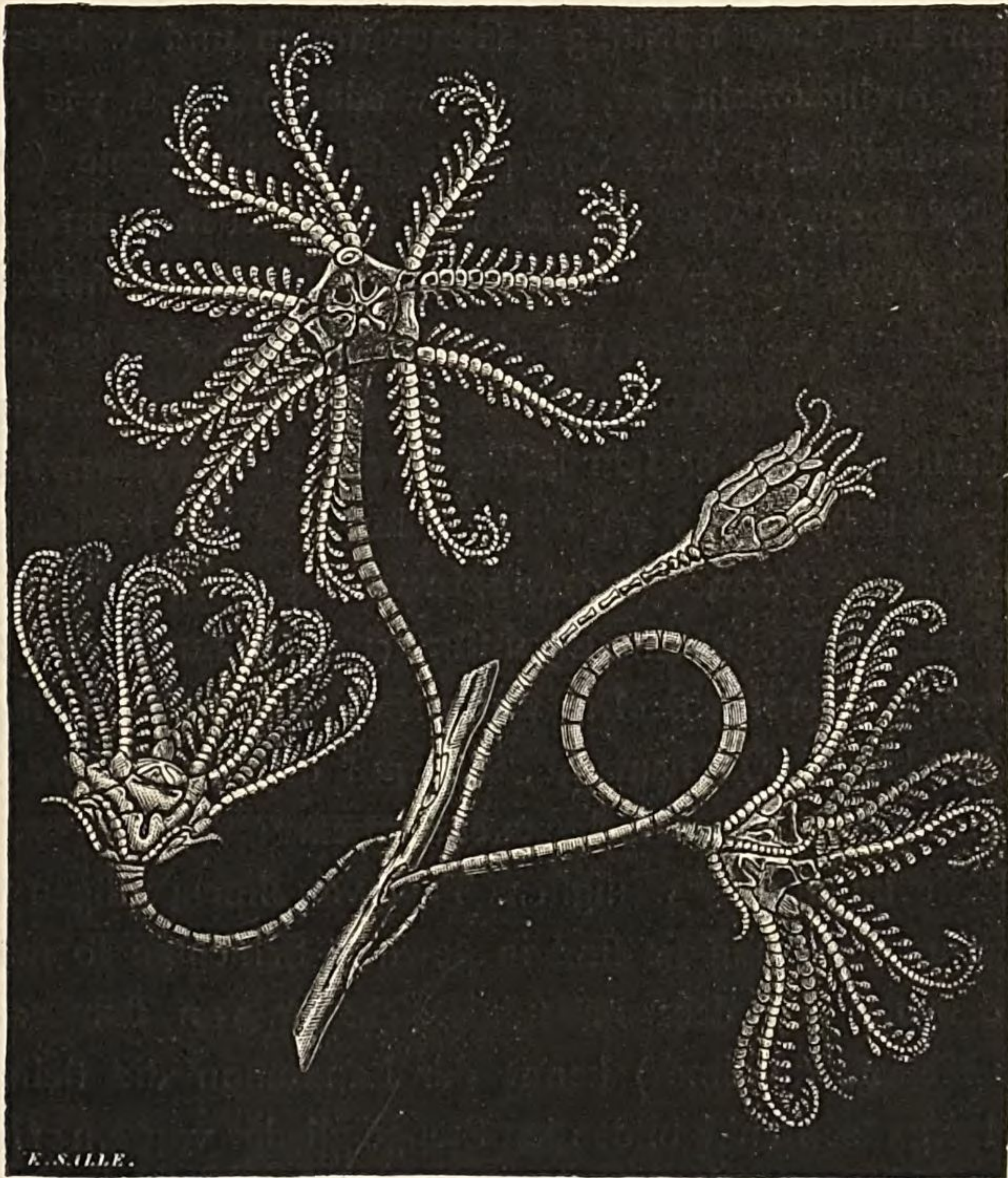


Fig. 75. Junge (Larven) *Comatula rosacea* im *Pentacrinus*stadium (*Pentacrinus europaeus*) stark vergrößert.

William Thompson unter dem Namen *Pentacrinus europaeus* eine sehr kleine Seelilie mit 5, mit pinnulae besetzten Doppelarmen mit Cirren am aboralen Pole des Kelchs und auf einem Stiele befestigt. Als er 1837 diesen vermeintlichen kleinen Encriniden wieder untersuchte, sah er zu seinem Erstaunen, wie bei einem Exemplar der Kelch sich vom Stiele loslöste, mittels seiner Arme anfang frei zu schwimmen und

sich mit feinen Cirren gelegentlich festsetzte, wie die Arme nach und nach die Charaktere derjenigen der Comatula annahmen, kurz, er beobachtete die postembryonale Entwicklung der gemeinen Comatula (Antedon). Nun wissen wir aber an der Hand zahlreicher, sich von Tag zu Tag mehrender Beobachtungen, daß sehr häufig, wenn auch nicht immer, ein Geschöpf in seiner individuellen Entwicklung die Entwicklungsercheinungen, welche seine Ahnenreihe in vielfach aufeinander folgenden Anpassungen im Laufe unzähliger Generationen und während Aeonen von Jahren durchgemacht hat, in nuce wiederholt, daß, wie die Wissenschaft dies ausdrückt, seine Ontogenie seine Phylogenie (Stammesgeschichte) wiederholt. Wenn also die freie Comatula in ihrer Ontogenie ein Stadium aufweist, auf welchem sie, gestielt und festsetzend, einem Encriniden gleicht, so dürfen wir daraus schließen, daß sie auch phylogenetisch von alten gestielten Formen abstammt. In der Ordnung der Seelilien müssen sich aber schon sehr frühzeitig manche zu einem freien Leben emanzipiert haben, bereits im obern Silur und im Kohlenkalk treten einzelne ungestielte Formen (Edriocrinus, Agassizocrinus, Belemnocrinus) auf, aber ohne ihre Eigentümlichkeiten durch viele Generationen hindurch zu vererben. Die wahre Zeit der freien Crinoiden, der Comatuliden kam, wie bemerkt, erst mit dem Jura, und seit jenen Tagen hat ihre Zahl allmählich zugenommen.

Fossile Seelilien, oder wenigstens Teile von ihnen, mögen seit uralten Zeiten bekannt sein, und sie sind in gewissen Schichten so mächtig entwickelt, daß sie sich dem naivsten Beschauer von selbst aufdrängen. In meiner Heimat (Weimar) kennt der Landmann die stellenweise im Muschelkalke ganze Bänke bildenden Stengelglieder von Encrinus lilii-formis gar wohl unter dem Namen der „Bonifaciuspennige,“ eine Bezeichnung, die ein hohes Alter verrät. Verschiedene Schriftsteller des 16. und 17. Jahrhunderts kommen öfters auf diese Bildungen zu reden, aber der erste, welcher in ihnen Teile von Verwandten der Seesterne erkannte, war 1720 Rosinus.

Im Jahre 1755 brachte ein französischer Forscher Guettard die erste recente Seelilie von Martinique mit und beschrieb sie 1761 unter dem Namen „palmier marin“; jetzt heißt sie *Pentacrinus asterias*

und war 1859 noch so selten, daß van der Hoeven bloß von 7 Exemplaren wußte. Achtzig Jahre nach Guettard (1837) beschrieb d'Orbigny eine zweite sehr originelle, von Sander Rang bei Barbados aufgefundene Form unter dem Namen *Holopus Rangi* und 1856 endlich machte der berühmte dänische Naturforscher Oerstedt eine zweite Art von *Pentacrinus* unter dem Speziesnamen *Mülleri* bekannt. Die übrigen 30 Arten sind innerhalb der letzten 25 Jahre von den norwegischen Schiffen, dann vom Porcupine, Blake und ganz besonders Challenger entdeckt worden. Der letztere brachte allein 18 neue Spezies und zwei neue Gattungen mit heim, die in P. Herbert Carpenter, dem Sohne des öfters bereits erwähnten Freundes von Wyville Thomson einen ausgezeichneten Bearbeiter fanden.

Die wenigsten lebenden Seelilien erreichen eine bedeutende Größe (*Pentacrinus decorus* und *asterias* mit 80 resp. 48 Centimeter langem Stiele sind die größten), während manche fossile Formen eine weit bedeutendere Länge erlangten. Die Art der Befestigung auf dem Boden ist verschieden, manche mögen lose im Schlamme stecken, andere umklammern (*Rhizocrinus* Fig. 76, 2) mit besonders entwickelten, gegliederten und verzweigten Wurzelausläufern allerlei Fremdkörper auf dem Boden des Meeres. Kapitän Cole beobachtete, daß *Pentacrinus*arten mit einem verbreiterten Endteile auf heraufgebrachten Kabelstücken aufgewachsen waren und nur mit ziemlicher Gewalt losgelöst werden konnten. Von *Pentacrinus decorus* wurden durch A. Agassiz in der Nähe der westindischen Insel St. Vincent Exemplare aufgefunden, die augenscheinlich abgebrochen waren und ein halb freies Leben führten, denn das Endglied des abgebrochenen Stiels war, wie das Wyville Thomson früher auch beobachtet hatte, glatt und abgerundet, jedenfalls ein Beweis, daß der Bruch nicht frisch war, sondern vor geraumer Zeit bereits stattgefunden hatte. Vermutlich vermögen die Tiere unter solchen Umständen mittels ihrer Arme zu schwimmen, wie die Comatulen. Sie können ihre Arme langsam auf- und einrollen, und auch die Seitencirren des Stiels sind einer und sogar noch etwas lebhafteren Bewegung fähig und können zum Anklammern dienen. Die Färbung der Seelilien scheint sehr verschieden zu sein, sie kommen pur-

purrot, gelb und weißlich vor und sind die jüngeren und zarteren Individuen die helleren. Nach den Beobachtungen der französischen

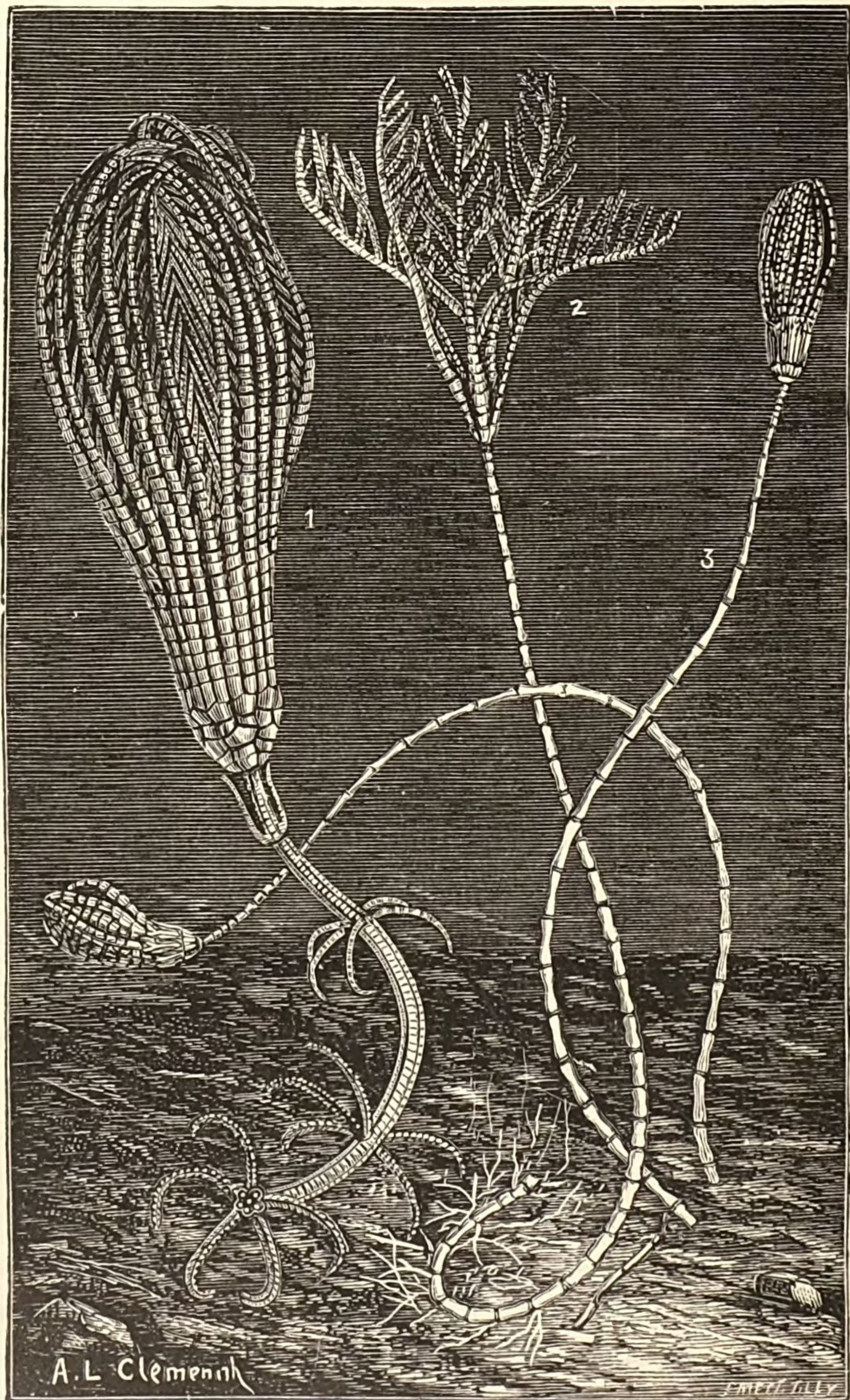


Fig. 76. Gestielte Crinoiden. 1) *Pentacrinus Wyville Thomsoni*. 2) *Rhizocrinus lofotensis*. 3) *Bathycrinus gracilis*.

Forcher des Talisman ist *Pentacrinus Wyville Thomsoni* (Fig. 76, 1) schön grasgrün, was eine bei Tiefseetieren nur sehr selten vertretene Farbe ist. H. Filhol gibt eine begeisterte Schilderung der Tierwelt auf dem Boden des östlichen atlantischen Ozeans unter dem 45° n. Br. und bei einer Tiefe von 820 Faden: „Individuen von *Pentacrinus Wyville Thomsoni* bedeckten den Boden in beträchtlicher Menge und bildeten eine Art von Wiese, auf der ansehnliche Mopseer sich erhoben. Der felsige Untergrund war bedeckt mit sehr zierlichen Polypen, welche in Wirklichkeit Blumen mit geöffneten Kelchen glichen, und mitten in dieser lebensvollen, aber an den Boden gefesselten Welt tummelten sich Krebse von einer vorher nicht gekannten Art (*Paralomis microps* M. Edw.), deren Panzer mit feinen Dornen besetzt war. Die Actynometren, freie Crinoideen, die ihren Stengel verlassen, bevor sie völlig ausgewachsen sind, schwammen durch das Wasser oder umklammerten mit ihren Cirren, wie mit Ankern, die Äste der Mopseer. Die Pentacrinen und Actynometren hatten eine schöne grasgrüne Farbe, die Mopseer waren orange, die Polypen tiefviolett, die Krebse perlweiß. Diese Üppigkeit des Lebens, diese Verschwendung von Farben in einer Tiefe von 1500 Metern unter der Oberfläche des Meeres bildet sicher eine der merkwürdigsten Erscheinungen, welche den Naturforschern zu entdecken bewahrt geblieben war.“ (Vergl. Tafel IV).

Rhizocrinus lofotensis (Fig. 76) ist kastanienbraun und der *Holopus Rangi*, sonderbar genug, glänzend schwarz.

Was die horizontale Verbreitung der Seelilien angeht, so ist dieselbe für manche Formen sehr beschränkt, was für Tiefseetiere ziemlich auffallend ist. So findet sich *Rhizocrinus* und *Bathycrinus* im atlantischen Ozean, ersterer nur bis zum 35° f. Br., letzterer bis in das antarktische Meer hinein. *Holopus* ist bis jetzt nur aus den caraibischen Gewässern bekannt, *Metacrinus* und *Promachocrinus* sind Bürger des stillen Ozeans, *Thaumatocrinus* der Südsee. Schon in der Vorwelt sind die Verhältnisse der räumlichen Verteilung ähnlich, aber da damals die Ordnung viel artenreicher war, springen sie noch weit mehr in die Augen. So finden sich im Silur der Insel Gotland nach Angelin 43 Gattungen mit 176 Arten, wovon bloß 20 Gattungen und gar nur

10 Arten auch anderwärts gefunden worden sind und ebenso ist die Verbreitung der devonischen und carbonischen Arten nach Zittel (Handbuch der Palaeontologie, Bd. I, S. 400) eine teilweise sehr lokalisierte. Zittel sucht die Ursache dieser befremdenden Erscheinung in der Lebensweise der Seelilien, „welche diesen Tieren freie Ortsbewegung und jedenfalls weite Wanderungen unmöglich macht,“ — aber dem ist entgegenzuhalten, daß die Larven der Crinoiden sicher wie die aller anderen Echinodermen und auch die aller anderen fossilen Seetiere frei beweglich sind und daß ihnen in dieser Hinsicht dieselbe Möglichkeit, sich zu verbreiten, offen wäre, wie den Spongien, Korallen, Hydroidpolypen, Bryozoen, Cirripeden u. a. m., deren Arten zum Teil doch wirklich eine große Verbreitung haben. Im allgemeinen sind Seelilien von 68° n. Br. bis zum 46° f. Br. gefunden worden.

Was die vertikale Verbreitung dieser Geschöpfe angeht, so ist es richtig, daß sie mit Vorliebe die tieferen Gewässer bewohnen, aber doch nicht so ausschließlich, wie man früher wohl zu glauben geneigt war. Es finden sich:

Bis zu 100 Faden 9 Arten				
von 101 bis 250	„	12	„	
„ 251 „ 500	„	13	„	
„ 501 „ 700	„	7	„	
„ 701 „ 1200	„	4	„	
„ 1201 „ 2000	„	8	„	
„ 2000 „ 2500	„	2	„	

Von den acht bis zu 2000 Faden vorkommenden Spezies werden zwei auch oberhalb der Hundertfadenlinie angetroffen, haben mithin eine sehr bedeutende vertikale Verbreitung.

Die Comatuliden bekräftigen ihren verhältnismäßig modernen Ursprung gegenüber den zeitlebens gestielten Crinoiden auch darin, daß sie es verstanden haben, sich an viel verschiedenartigere Lebensbedingungen anzupassen als diese. So finden sie sich horizontal vom 81° n. Br. bis zum 52° f. Br. verbreitet und gehen in vertikaler Richtung von der litoralen Zone bis zu einer Tiefe von 2900 Faden, wenn schon die zahlreichsten Arten in weniger tiefem Wasser angetroffen werden. Da-

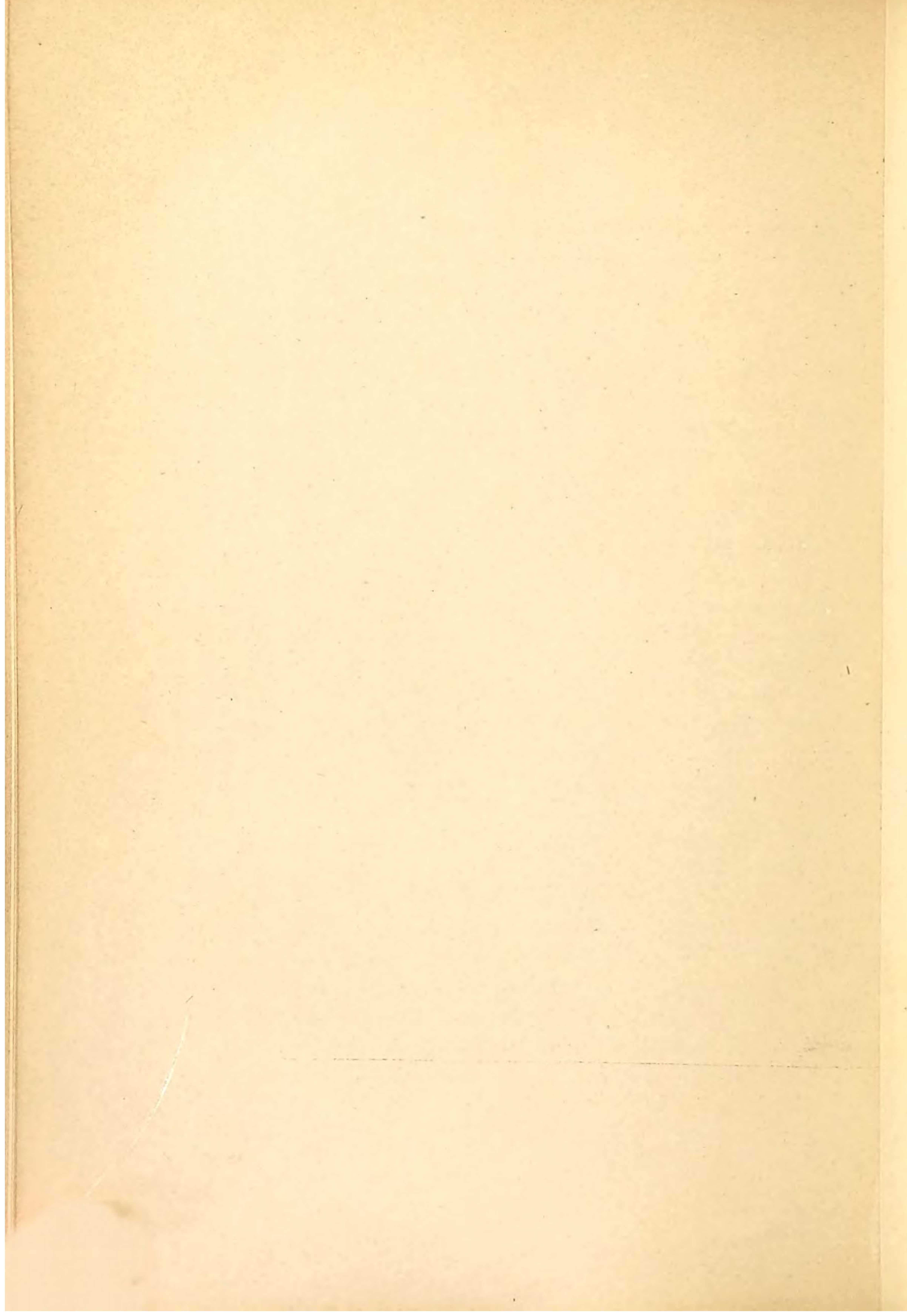




Ansicht des Meeresbodens bei 1500 Meter Tiefe.

(Unter 45° , $59'$, $30''$ n. Br. und 6° , $29'$, $30''$ ö. L.)

Links mehrere Pentacrinus Wyville-Thomsoni, rechts oben hängt eine Actinometra an einer Gorgonide,
unten mehrere Tiefseekorallen.



bei ist die Gattung *Comatula* kosmopolitisch und *Actinometra* ist es beinahe. Die Folge dieser bedeutenden Schmiegsamkeit findet ihren Ausdruck ferner in der Thatfache, daß die Zahl der Arten dieser Familie eine sehr bedeutende ist, — den 32 Spezies fessiler Crinoiden stehen über 400 freie gegenüber, wenn auch betont werden muß, daß die Berechtigung aller dieser Arten nicht über jeden Zweifel erhaben ist. Eine Eigentümlichkeit teilen sie mit den gestielten Formen, besitzen sie selbst in noch höherem Grade, das ist die Neigung zur Gefelligkeit. So dredschte der Talisman einmal auf einem Zuge bei 68 Faden mehrere Tausend von *Comatula phalangium* und bei Gelegenheit einer der Expeditionen der „U. S. Fishcommission“ an der Küste von Neuengland war das Netz mit mehr als 10 000 Exemplaren der auch in den europäischen Meeren häufigen *Comatula rosacea* (s. europaea) angefüllt.

Eine befremdende Erscheinung ist es, daß, wenigstens im Mittelmeer nach den Beobachtungen von Chun, in größeren Tiefen von unter 55 Faden die Larven der Echinodermen, die im pelagischen Auftriebe so überaus häufig sind, vollkommen fehlen. Dies macht es wahrscheinlich, daß diejenigen der abyssischen Formen

auch oberflächlich leben und erst kurz vor vollendeter Metamorphose in die Tiefe gehen. Die Larven der gestielten Crinoiden kennen wir noch nicht. Es wäre möglich, daß gerade sie nicht an die Oberfläche des Meeres stiegen, was das vorher erwähnte sonderbar isolierte Vorkommen mancher Arten in der Gegenwart und in der Vergangenheit, in der sie auch größtenteils Tieffseebewohnerinnen waren, vielleicht erklären könnte. In der Tiefe würden nämlich die freibeweglichen Larven nicht oder doch weit weniger dem Einflusse von Strömungen, die ein ausgezeichnetes Transportmittel für im Meere lebende oder zufällig in dasselbe hineingeratene Organismen sind, ausgesetzt sein.

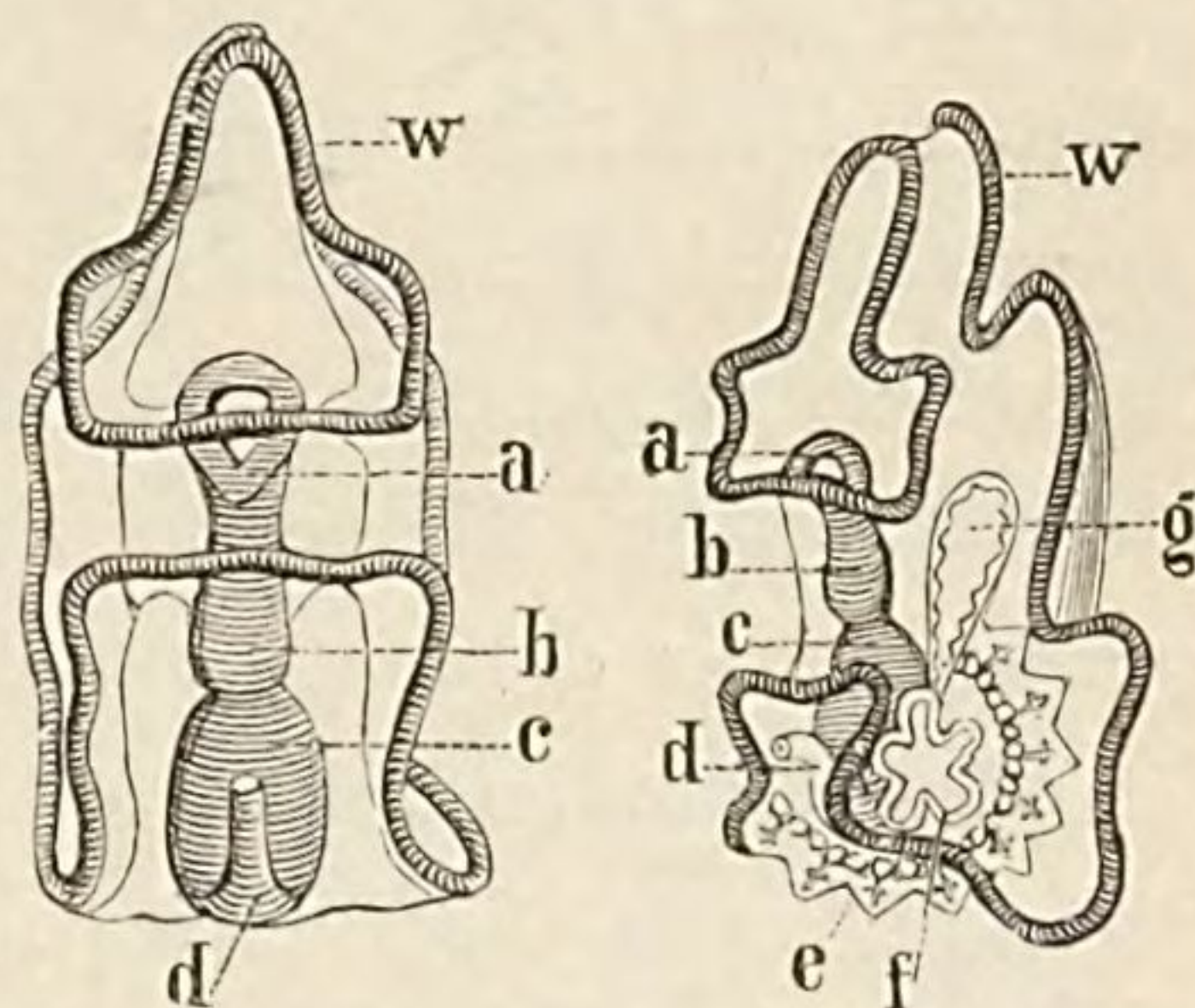


Fig. 77. Bipinnaria genannte freischwimmende Larve eines Echinoderms (und zwar eines Seesterns). W Wimperfäden zum Schwimmen, a Mund, b Speiseröhre, c Magen, d Darm, e Anlage des jungen Seesterns, f feines Wassergefäßsystem mit dem Anhang (g).

Achtes Kapitel.

Die Würmer (Vermes).

Während der Körperbau der Coelenteraten und Echinodermen darin übereinstimmt, daß er bei beiden, ohne daß sie freilich deshalb irgendwie näher miteinander verwandt zu sein brauchen, ursprünglich immer radiärsymmetrisch ist, daß seine gleichen Teilstücke als sogenannte Antimeren sich um eine Hauptaxe herumgruppieren, und daß da, wo diese radiäre Symmetrie (wie bei den meisten Spongien, Rippenquallen, Holothurien u. f. w.) völlig verschwunden ist oder einer bilateralen Platz gemacht hat, dies auf eine sekundäre Anpassung zurückgeführt werden kann und zurückzuführen ist, verhalten sich alle anderen metazoischen Tiere anders. Sie alle, vom niedersten Wurm bis hinauf zum Menschen, sind bilateral symmetrische Geschöpfe und ihr Körper kann nur durch eine einzige Ebene in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften zerlegt werden. Nur durch sekundäre Anpassungen, namentlich durch sitzende Lebensweise im ausgebildeten Zustande oder bei sehr geringer Bewegungsfähigkeit kann die bilaterale Symmetrie gestört werden, und bisweilen finden sich auch noch Spuren einer, vielleicht aber gleichfalls erst sekundär erworbenen, radiären Symmetrie, z. B. in den Tentakelkränzen der Kopffüßler, zahlreicher Ringelwürmer, der Moos- und mancher Rädertierchen, in der Anordnung der Extremitäten der Annulaten und der Brustgliedmaßen der Insekten, selbst in der Gestalt der Wirbel und in der Lage der mit ihnen verbundenen Organe bei den Wirbeltieren.

Eine weitere Eigentümlichkeit der nicht radiären Tiere, die sich zwar auch verwischt und gelegentlich bei Coelenteraten (z. B. in der Strobila, in der Querteilbarkeit der Süßwasserpolyphen u. f. w.), häufiger bei Echinodermen (Arme der Seeesterne, Arme und Stengel der Seelilien, Anordnung der Füßchen bei Seeigeln und Holothurien) findet, ist die ursprünglich immer vorhandene, oft sehr deutliche (Ringelwürmer, Tausendfüße, Insektenlarven), häufig weniger (ausgebildete Insekten, Krebse, Wirbeltiere, Käferschnecken) oder mehr (Muscheln, Schnecken, Finnenwürmer u. f. w.) verwischte Anordnung gleichartiger (homonomer)

oder in verschiedenem Grade ähnlicher Teilstücke (sogenannter Metameren) hintereinander an einer Längsaxe.

Am gleichartigsten sind die Metameren bei den Ringelwürmern (Annelides s. Annulata) und namentlich bei den freischwimmenden Vielborstern (Polychaetae errantes) entwickelt (z. B. bei der ausgebildeten *Nereis cultrifera*, Fig. 78, 1). Hier gleichen sich fämtliche Ringe oder Segmente auf der Außenseite, abgesehen von den beiden ersten, welche besonders differenziert mit der Mundöffnung, mit Tastapparaten, häufig auch mit Augen versehen, den Kopf bilden, und dem letzten, dem Aftersegmente. Meist trägt jedes Segment rechts und links zwei übereinander gelegene Seitenanhänge oder Fußstummel (Parapodien), von denen die oberen als Rückenfüße (Notopodien) die unteren, entsprechend der Lage des centralen Nervenstranges an der Bauchseite, als Nervenfüße (Neuropodien) bezeichnet werden. In der Regel sind beide zweiteilig, aber sonst nicht gleichartig entwickelt, und öfters auch nicht gleichartig funktionierend, indem die unteren hauptsächlich als Bewegungsorgane, die oberen nebenbei als Kiemen dienen können. Beide Fußreihen sind, aber die unteren stärker als die oberen, mit chitinen, sehr selten kalkigen Borsten ausgerüstet, welche, sehr verschieden und oft sehr abenteuerlich und seltsam gestaltet, einmal ein Arsenal vortrefflicher Verteidigungswaffen bilden, dann aber auch als Stemmapparate die kriechenden Bewegungen fördern mögen. Aber die homonome Segmentierung findet auch in der Anordnung und Entwicklung der inneren Organe ihren Ausdruck. So erweitert sich der Darmkanal in jedem Segment zu einer oft mit seitlichen hohlen Anhängen versehenen Kammer, um beim Verlassen desselben durch eine Art von der Leibeswand nach innen vorspringenden Diaphragmas (Dissepiment) wieder eingeschnürt zu werden. Auch am Gefäßsystem läßt sich eine metamerische Bildung nachweisen, indem seine beiden Hauptstämme, je einer den Rücken und einer den Bauch entlang ziehend, sich in jedem Segmente rechts und links mittels je eines Quergefäßes verbinden. Das aus einem Gehirnabschnitte und wenigstens bei den freilebenden Formen deutlich aus zwei Längssträngen bestehende Nervensystem zeigt eine metamerische Entwicklung, indem jeder Strang in jedem Segmente einen

größeren nervösen Herd, einen Ganglienknoten, entwickelt, der sich mit seinem Nachbar durch einen Querstrang vereinigt, wodurch das ganze Mark die Gestalt einer Strickleiter annimmt. Weiter liegt in jedem Segmente jederseits ein eigentümliches gewundenes hohles Organ (das Segmentalorgan), das mit dem einen trichterförmig erweiterten Ende frei in die Leibeshöhle, mit dem anderen durch ein seitliches Loch nach außen mündet und als Exkretionsorgan überflüssige und unzuträgliche Stoffe aus dem Stoffwechsel des Tieres entfernt, zur Fortpflanzungszeit aber auch die in der Leibeshöhle losgelöst flottierenden männlichen oder weiblichen Geschlechtsprodukte als Samen- oder Eileiter nach außen befördert.

So besitzt kraft der inneren und äußeren Organisation ein jedes Segment einen hohen Grad von Selbständigkeit, und man kann sich in gewissem Sinne einen Ringelwurm als eine Kolonie von serial angeordneten Einzelwesen vorstellen, bei welcher durch Arbeitsteilung bloß die beiden Kopf- und das Aftersegment eine besondere Entwicklung erlangten.

Diese Auffassung findet in einer sehr eigentümlichen, bei vielen Ringelwürmern beobachteten Lebenserscheinung eine gewisse Bestätigung, in der Fähigkeit der Tiere nämlich, nach künstlicher Trennung die Teilstücke zu neuen Individuen zu regenerieren und sich auch vermittelt freiwilliger Teilung fortzupflanzen. Durch diese Eigenschaft stimmen die Ringelwürmer und einige Strudelwürmer mit Coelenteraten (Strobila, Hydra etc.) und einigen Echinodermen (Seeestern) überein. Bei den übrigen Metazoen, selbst bis zu den Wirbeltieren hinauf findet sich wohl noch die Fähigkeit, verlorene Körperteile (Fühler, Augen, Gliedmaßen, Schwänze u. f. w.) durch Neubildung zu ersetzen, aber niemals wird es gelingen, durch künstliche Teilung aus jedem Teilstück ein neues Individuum hervorgehen zu sehen.

Der erste Forscher, welcher die Fähigkeit eines Ringelwurms, sich zufolge künstlicher oder auch freiwilliger Teilung fortzupflanzen beobachtete, war der durch seine Untersuchungen der Süßwasserpolypen berühmte Schweizer Trembley, der sie bei einem kleinen, in unseren süßen Wässern sehr häufigen Ringelwurme (*Naïs proboscidea*) wahr-

nahm. Seit der Zeit sind jene Vorgänge bei diesem Wurm vielfach untersucht und auch bei anderen Formen als in derselben oder ähnlichen Weise sich vollziehend nachgewiesen worden, und wir wissen jetzt, daß bei den Anneliden die Teilbarkeit, ähnlich wie bei den Coelenteraten, zu einem Generationswechsel hinüberleitet.

Bei einigen Arten der Gattung *Nereis* differenziert sich an ungeschlechtlichen Individuen häufig die hintere größere Hälfte des Körpers in eigenartiger Weise, indem die Segmente sich verbreitern, abplatten und die Fußstummel nebst ihren Borsten in ihrer Gestalt sich ändern. Darauf werden die Tiere geschlechtsreif, sind dabei getrennten Geschlechts und wurden in diesem Zustande von Oerstedt zu einer eigenen Gattung (*Heteronereis*) erhoben. (Fig. 78, 3).

Nach den allerdings noch nicht völlig abgeschlossenen und noch manche Frage offen lassenden Beobachtungen Claparèdes sind bei anderen Arten (*Nereis Dumerilii*)

die Verhältnisse noch komplizierter. Hier verhalten sich Individuen derselben Spezies verschieden, indem manche selbständig zur Geschlechtsreife gelangen, andere aber vorher erst zur *Heteronereis* werden und zwar in zwei auf verschiedene Jahreszeiten verteilten Formen, in einer größeren, in Röhren haufenden und einer kleineren, frei schwimmenden. Außerdem soll von der nämlichen Spezies noch eine dritte, der

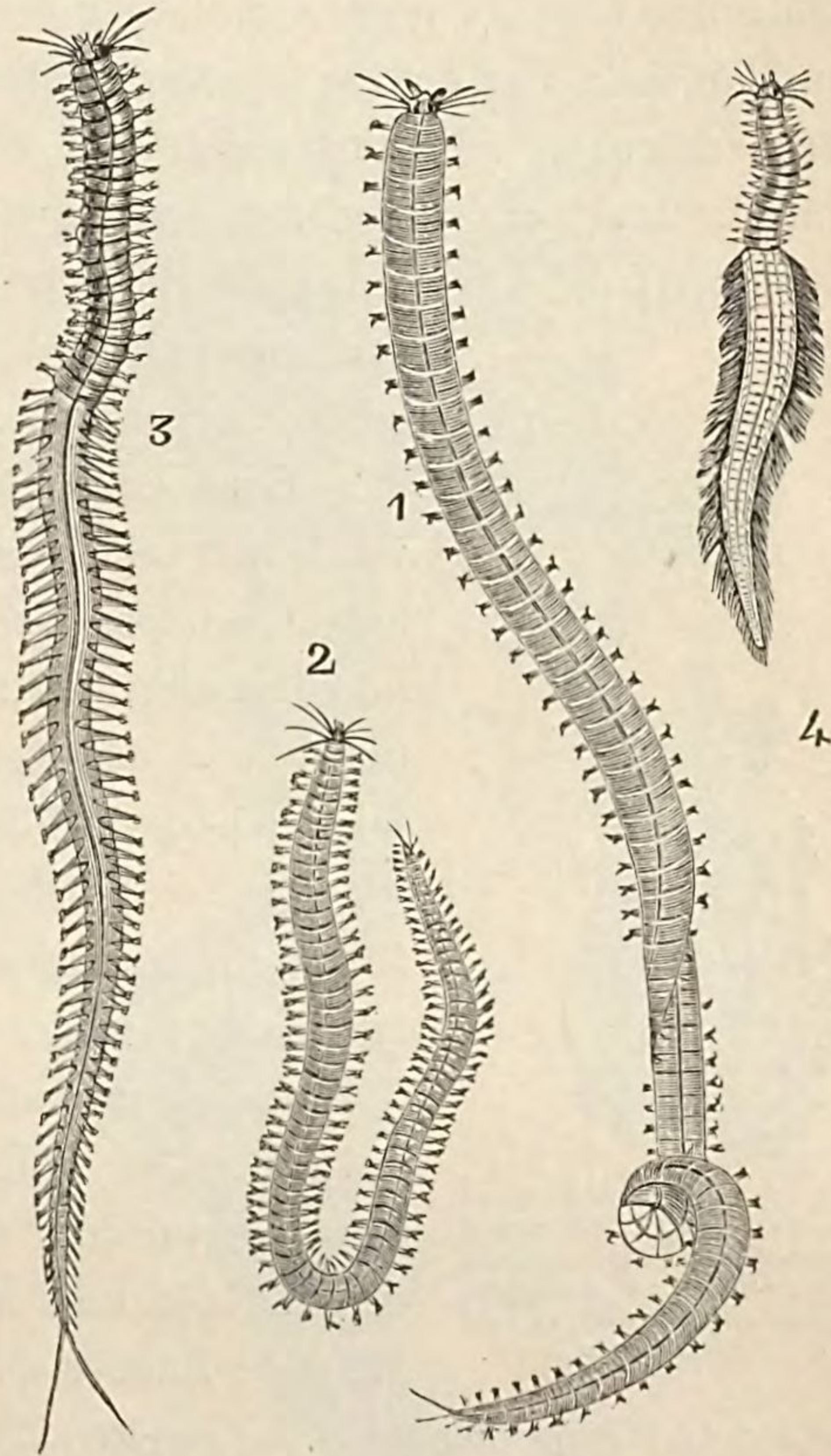


Fig. 78. *Nereis cultrifera*, 1 altes, 2 junges Individuum. 3 *Heteronereis*-Form derselben Art, Weibchen. 4 Männchen.

Stammart aber weniger ähnliche hermaphroditische Heteronereisform existieren.

Bei einem andern freilebenden Ringelwurme (*Haplosyllis spongicola*) entwickeln sich die letzten 20—30 Segmente des 70—90 Segmente zählenden Körpers unter Umbildung der Parapodien sowie ihrer Borsten und Muskeln zur geschlechtlichen „Schwimmknospe“, welche nach den Beobachtungen Alberts pfeilschnell das Wasser durchschwimmt und mit ihrer an ein pelagisches Leben angepassten Organisation der sonst nur langsam sich bewegenden, in Höhlungen von Schwämmen und Steinen lebenden *Haplosyllis* die Möglichkeit einer weitem Verbreitung garantiert.

Eine verwandte Art (*Autolytus cornutus*) weist nun einen wahren Generationswechsel auf, indem sich von dem geschlechtslosen, aus dem Eie hervorgegangenen mütterlichen Stocke Geschlechtstiere, wie die Ephyraquallen von der Strobila, wiederholt loslösen.

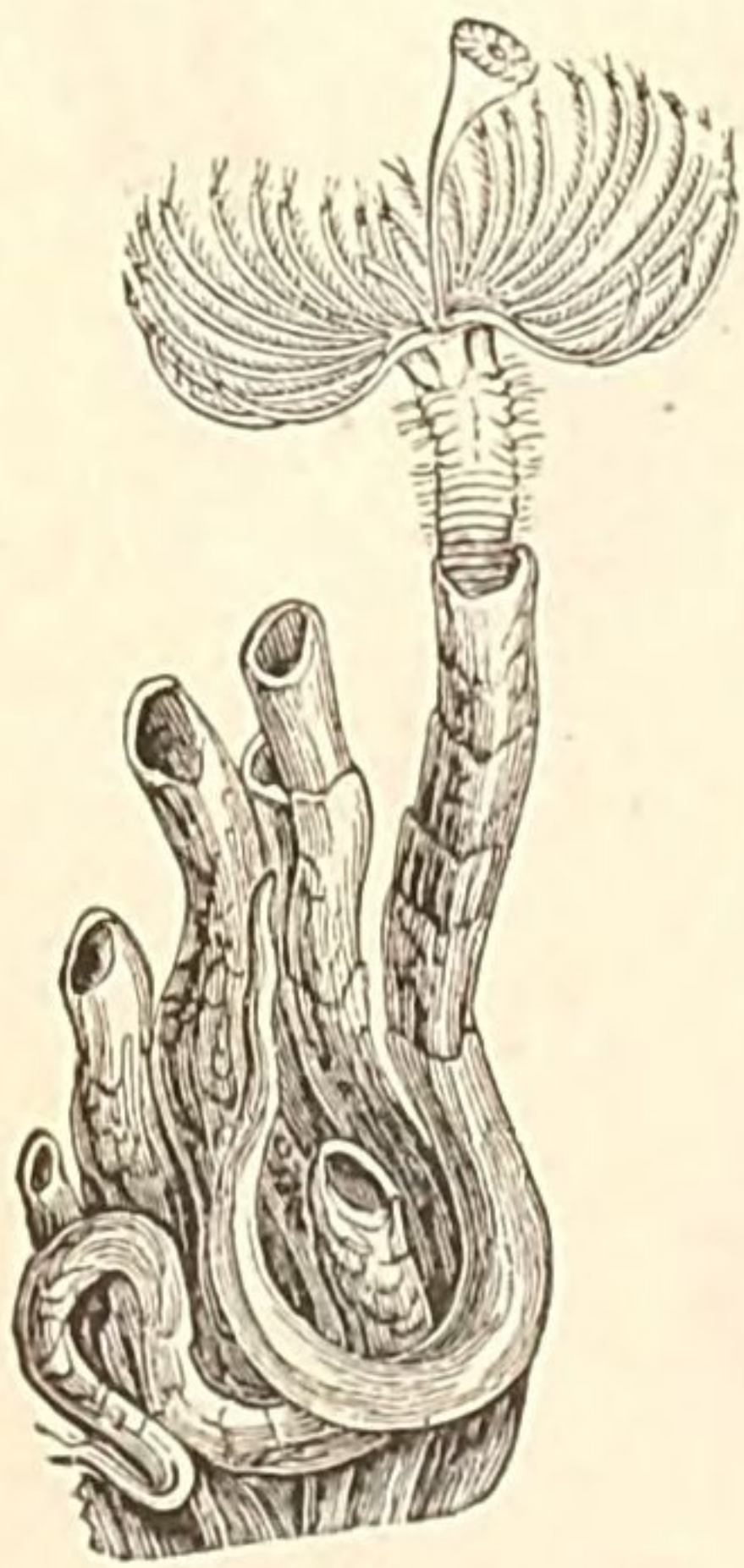


Fig. 79. *Serpula contortuplicata*, ein wenig vergrößert, als Beispiel einer tubicolen Annelide, rechts ein Individuum hervorgestreckt.

Die vielborstigen Ringelwürmer des Meeres (Polychaeten) hat man in zwei Unterordnungen systematisch eingereiht: in die freischwimmenden (Errantia) und in die röhrenbewohnenden (Tubicolae). Die erstern, von denen indessen auch manche „tubicol“ sind, haben einen deutlich gesonderten Kopf und infolge ihrer Lebensweise als vagierende Räuber zu guten Bewegungsorganen umgebildete Parapodien. Bei der zweiten Unterordnung ist der Kopfabschnitt nur undeutlich gesondert, meist mit einem Kranz oder einer Spirale von einfachen Tentakeln versehen, denen sich noch baumartig verästelte Kopfkiemen zugesellen können. Die Parapodien sind kurz und funktionieren nicht als so ausgezeichnete Bewegungsorgane wie bei den freischwimmenden. Die Tiere haufen meist in besonderen, von ihnen selbst gebildeten, bald aus einem hornigen bis kalkigen Abcheidungsprodukte des Körpers allein bestehenden, bald durch Fremdkörper, Sandkörner, Schwammnadeln, Muschelfragmente u. f. w. verstärkten Röhren, einige

wenige bohren in Conchylienschalen, abgestorbenen Korallen, Kalksteinen u. dergl.

Viele Ringelwürmer besitzen Leuchtvermögen, das entweder auf einer schleimigen Hautabsonderung beruht oder aber vom Nervensysteme abhängig ist und in letzterem Falle in eigenen Organen an bestimmten, aber je nach den Arten recht verschiedenen Körperstellen auftritt.

Wie die Ringelwürmer die Mehrzahl überhaupt der Meereswürmer bilden, so sind sie auch in der Tiefsee die zahlreichsten Repräsentanten der Klasse und herrschen unter ihnen, wenigstens nach den auf den Expeditionen des Blake gewonnenen Erfahrungen, die röhrenbewohnenden vor. Sie gehen in die größten Tiefen; so fand der Challenger Serpuliden und Terebelliden noch bei der ungeheuren Tiefe

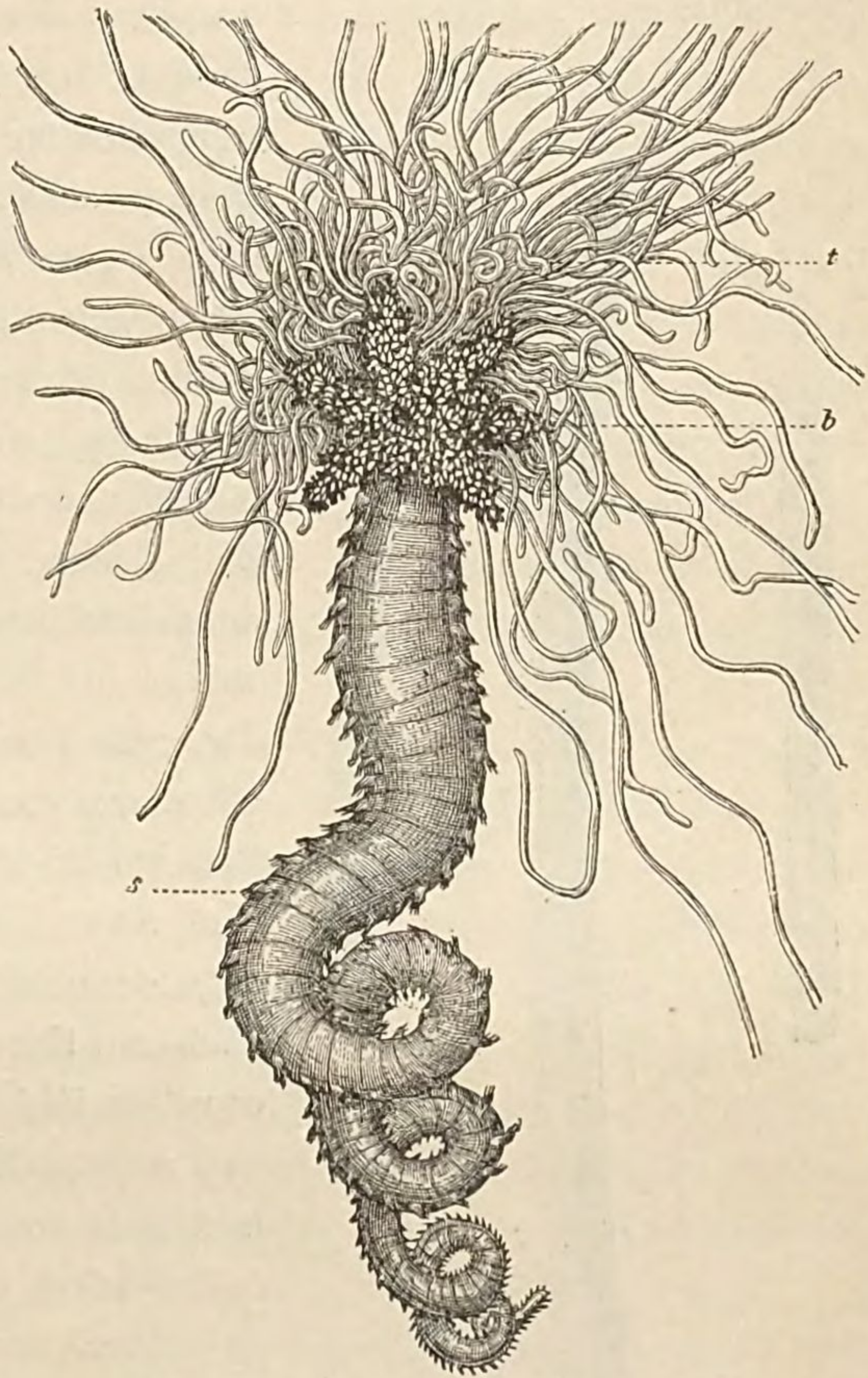


Fig. 80. *Terebella Edwardsii*, eine tubicole Annelide aus ihrer Röhre genommen, t Tentakeln, s Parapodien, b Kopfkiemen.

von 3125 Faden, also fast 6 Kilometer unter der Oberfläche!

Im allgemeinen läßt sich für die vertikale Verbreitung der Ringelwürmer nach Professor McIntosh kein Gesetz aufstellen. Es fanden sich zwischen 1000 und 1200 Faden 4, zwischen 1201 und 1500 aber 22 Arten, zwischen 1501 und 2000 ihrer 20, und zwischen 2000 und

3000 wurden 22 angetroffen, unter 3000 nur noch 2 im stillen Ozean, darunter eine tubicole Form (*Placostegus benthelianus*) auf einer Manganknolle angesiedelt.

Eine besonders interessante Gattung der Tiefsee ist *Hyalinoecia*, „Glashäuschen“ auf deutsch. Eine, schon dem alten O. F. Müller be-

kannte Art (*H. tubicola*) hat eine sehr weite, fast „panthalattische“ (könnte man in diesem Falle statt kosmopolitisch sagen) Verbreitung. Die Gehäuse dieser eigentlich zu einer freilebenden Familie (Euniciden) gehörigen Tiere erreichen eine bedeutende Größe. Agassiz erwähnt Exemplare von 15 Zoll Länge. Sie bestehen aus einer durchscheinenden chitinen Masse, welche bei *H. Mahieuxii* (Fig. 81) von der marokkanischen Küste aus einer Tiefe von 380 bis 1200 Meter nach dem Berichte von Filhol dem abgeschnittenen Kiel einer Gänsefeder so sehr gleicht, daß zoologisch unerfahrene Begleiter der Talisman-Expedition wirklich glaubten, es wären Federkiele, welche zufällig einmal auf den Boden des Meeres geraten und nun von der Dredsche mit heraufbefördert worden wären.

Erwähnung verdient noch, daß die Ringelwürmer aus größeren Tiefen meist beschädigt herauf gebracht werden. Ihr weicher Körper zerreißt leicht und ein-

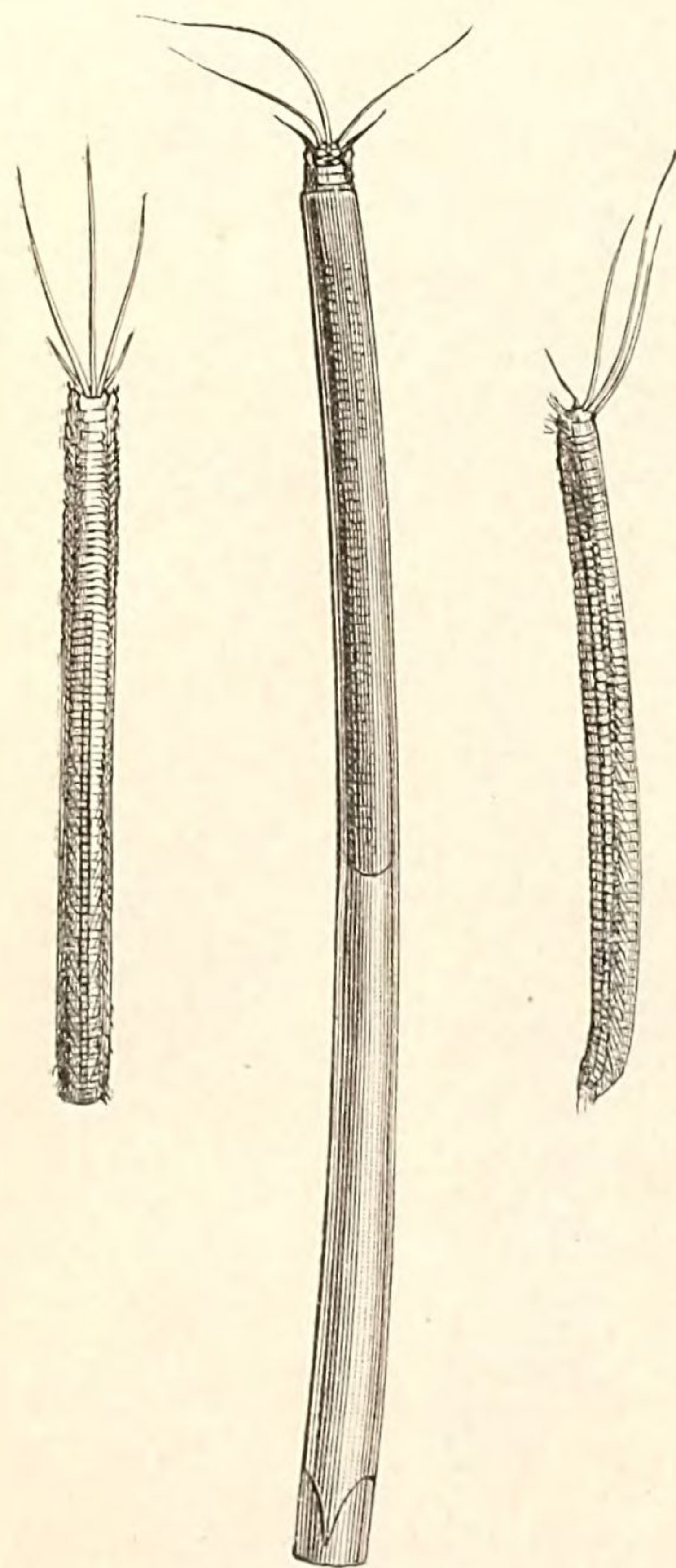


Fig. 81. *Hyalinoecia Mahieuxii*, aus 1094 Faden Tiefe.

zelne feiner Segmente erscheinen oft infolge des verminderten Druckes blasig aufgetrieben.

Zu den Ringelwürmern rechnet man gegenwärtig auch eine merkwürdige Gruppe von Tieren, die in einer bewegten systematischen Ver-

gangenheit bald Trematoden, bald Milben, bald Affeln sein sollten, — die Myzostomiden. v. Graff beschreibt 78 Arten derselben, davon sind 24 auf der Reise des Challenger gefunden, 22 stammen von der amerikanischen Expedition, die übrigen aus verschiedenen Museen; diese Geschöpfe schmarotzen ausschließlich auf Crinoiden und zwar auf den feststehenden Pentacriniden 8, der Rest auf Comatuliden. Die Tiere sind nicht sehr groß, (*Myzostoma gigas* ist zirka 7—8 mm lang) flach, oval bis scheibenförmig und zeigen einen etwas radiären Bau. An ihrem Rande haben sie 10 Paar fingerförmiger Anhänge, an der Bauchseite befinden sich 5 Paar ungegliederte, stummelförmige Füße (Parapodia), je fünf Stück an jeder Seite in einem Halbkreis angeordnet. Am freien Ende tragen dieselben je einen Chitinhaken und oft auch Borsten zwischen dem Rande und dem Fußstummel und alternierend mit den letzteren stehen 4 Paar Saugnäpfe. Die ganze Oberseite der weichen Würmer, die oft lebhaft gelb bis orange, auch fleckig gefärbt und gezeichnet sind, wimpert.

Manche Arten leben frei auf ihren Wirten, andere bohren sich in die Arme oder deren Anhangsgebilde ein und bringen eigenartige gallenförmige Degenerationen derselben zu stande, wieder andere endlich encystieren sich paarweise, je ein Männchen und Weibchen, auf dem gelappten Haarstern. Mit ihren Wirten scheinen sie in alle Tiefen zu gehen, soweit diese überhaupt gelangen. So wurde *Stechelopus Hyocrini* auf *Hyocrinus* und *Bathycrinus* schmarotzend bei der Crozet-Insel in Tiefen von 1375 bis 1600 Faden gefunden und *Myzostoma gigas* wurde mit *Antedon Eschrichtii* von 50 bis 632 Faden beobachtet.

Die übrigen Ordnungen echter und unzweifelhafter Würmer sind in der Tiefsee nur schwach vertreten oder von hier doch noch wenig gekannt. Chun erbeutete im Mittelmeer ein einziges Mal aus einer Tiefe von 600 m einen Strudelwurm. Schmarotzerwürmer, sowohl Haarwürmer (Nematoden) wie Bandwürmer (Cestoden) sind als Mitglieder jener eigenartigen Fauna noch gar nicht beobachtet, obwohl es im höchsten Grade unwahrscheinlich ist, daß der Wurmparasitismus, diese schreckliche Geißel der Tiere, namentlich der Fische, in der Tiefe keine

Schlachtopfer fordern sollte, um somehr, da parasitische Krebse ebendort nicht felten zu fein scheinen.

Auch die merkwürdigen, in untiefen Gewässern nichts weniger als feltenen Mitglieder der allerdings nicht fehr artenreichen Ordnung der Schnurwürmer (Nemertinen) dürften zur abyffifchen Fauna nur ein fehr geringes Kontingent ftellen. Von den 21 Arten, welche der Challenger mit heimbrachte, finden fich nur zwei zwifchen 1000 und 1400 Faden, aber eine davon bildet eine neue Spezies und eine eigene Gattung.

Die Sternwürmer (Gephyrei), — jene originellen Tiere, welche man früher mit den Holothurien vereinigte, (mit denen in der That manche im äußeren Habitus und in den Lebensgewohnheiten Ähnlichkeit haben), jetzt aber entweder als befondere Unterordnung den Ringelwürmern zuzählt oder als felbständige Ordnung betrachtet, — find beffer in der Tieffee vertreten. Von den 24 vom Porcupine und Challenger gefammelten Arten finden fich

4 zwifchen 500 und 1000 Faden.

3 „ 1000 „ 1500 „

4 „ 1500 „ 2000 „

1 „ 2000 „ 2500 „

Selenka, der das auf der Expedition der beiden genannten Schiffe gefammelte Material bearbeitete, macht darauf aufmerkfsam, daß die in Steinlöchern, abgestorbenen Schneckenhäufern und Röhren haufenden Formen (Phascolion, Phascolosoma) tiefer gehen als die anderen, denn unter 1000 Faden findet fich außer Arten diefer beiden Gattungen nur noch eine Bonellia (Suhmii) und merkwürdig genug der gewöhnliche Sipunculus nudus (1263 Faden), der mithin, da er auch in feichtem Waffer gefunden wird, eine fehr bedeutende vertikale Verbreitung hat, wie er denn auch in horizontaler Richtung von vielen, weit voneinander entfernten Fundorten (Mittelmeer, Europas Weftküfte, Weftindien, Philip-pinen) bekannt ift. Auch auf den Expeditionen des Blake war der in der größten Tiefe gefundene Sternwurm ein Phascolosoma, das, in einer Dentaliumfchale verborgen, bei 1568 Faden gedredft wurde. Von der fonft fo zahlreichen Gattung Phymosoma (18 Arten) geht

bloß eine Spezies in größere Tiefen, während die andern sich in feichten Gewässern tropischer und subtropischer Gegenden, mithin in warmem Wasser finden. Die Gattungen *Phascolion* und *Phascolosoma* bewohnen aber, soweit ihre Arten in geringeren Tiefen leben, gerade die Meere der gemäßigten und kalten Gegenden, in beiden Fällen also entsprechen sich die Verhältnisse der horizontalen und vertikalen Verbreitung dieser Tiere mit Rücksicht auf die Temperatur.

Zu dem Typus der Würmer, dem man so ziemlich alle Tierformen zuschiebt, die man in andern Klassen nicht unterbringen kann, und der daher ein sehr willkürlich und unnatürlich zusammengesetzter ist, hat man neuerdings auch die Armfüßler, Moos- und Rädertierchen gerechnet.

Die Armfüßler (*Brachiopoda*) hielten die älteren Forscher allgemein für Mollusken, eine Anschauung, welche auch noch von einigen neueren geteilt wird. Die Hauptursache dieser systematischen Auffassung liegt in der Beschaffenheit der Schale, welche aus zwei Klappen bestehend und meist kalkiger Natur auf den ersten Blick allerdings einer Muschelschale nicht wenig gleicht. Aber doch sind auch in der Schale durchgreifende Unterschiede zwischen Muscheltieren und Brachiopoden leicht nachweisbar. Erstens ist die bilaterale Symmetrie eine ganz andere: Die Muschelschale besteht immer, auch dann, wenn ihre Hälften bei feststehenden Arten ungleichartig entwickelt sein sollten, aus einer rechten und linken Klappe, eine Brachiopodenschale aber aus einer oberen und unteren. Die letztere ist in der Regel bei der einen Ordnung der Klasse, bei den Testicardinen oder schloßschaligen Brachiopoden tiefer gewölbt und greift am Schloß über die oberen oft hakenartig mittels des von einem Loch durchsetzten Wirbels weg (Fig. 82). Durch dieses Loch tritt ein kurzer bindegewebiger Fortsatz des Leibes des Tieres, der sogenannte Stiel, mittels dessen sich die Tiere an fremde Gegenstände, oft auch aneinander, namentlich jüngere an ältere, befestigen. Die Formen mit einem Schloß haben an der oberen oder Rückenschale schenkel-

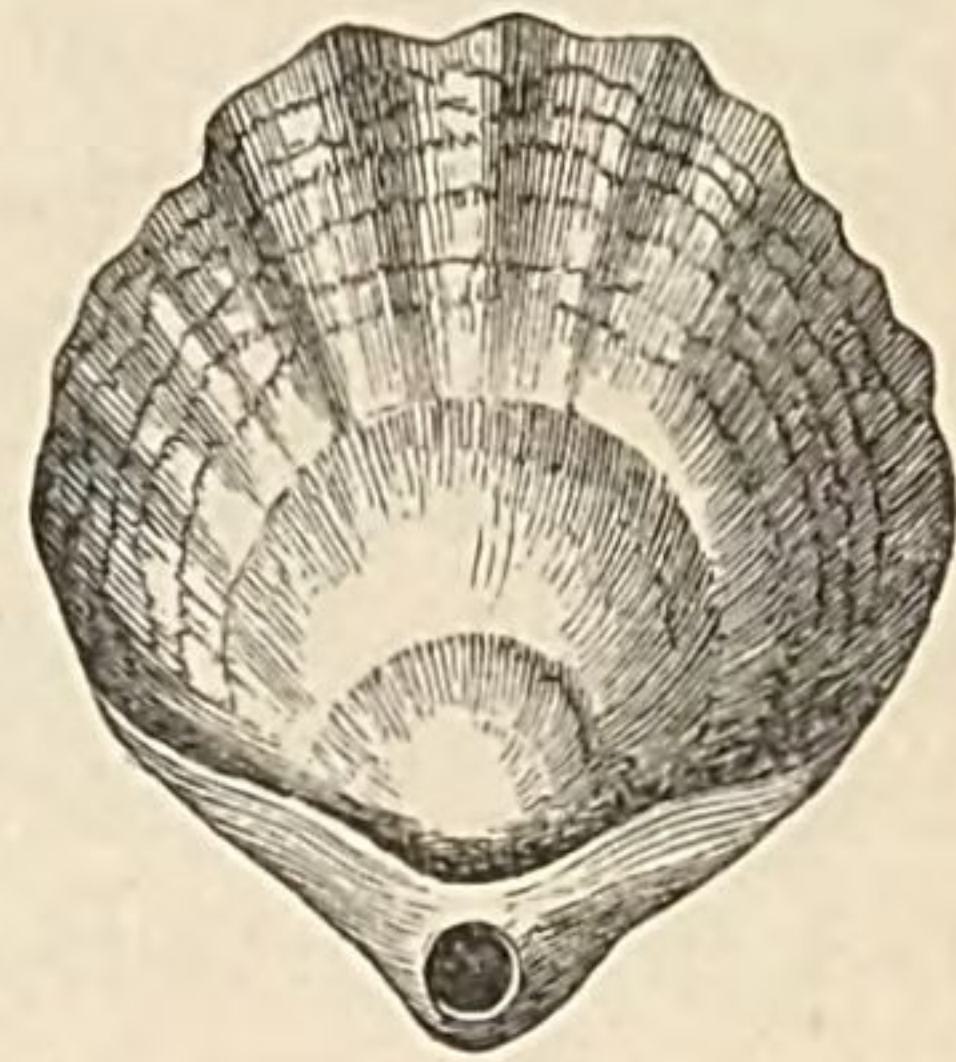


Fig. 82. *Terebratella dorsata*, Westküste von Südamerika, aus 20 bis 90 Faden Tiefe. Von der Rückenschale gesehen. Unten greift die Bauchschale mit centalem Loche über.

artige, öfters vereinigt eine Schleife bildende kalkige Fortsätze, welche das sogenannte Armgerüst bilden. Das Armgerüst stützt die beiden, bei beträchtlicher Länge öfters spiralig aufgewundenen Arme, deren

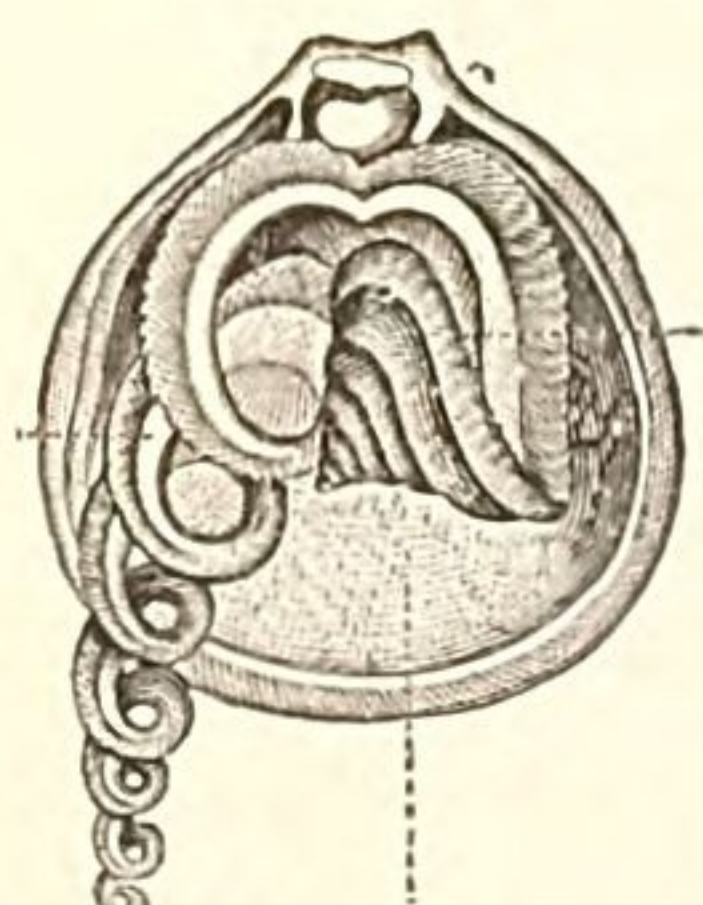


Fig. 83. Eine Rhynchonella. Die eine Schale und Mantelhälfte ist entfernt. Der rechte Arm in seiner natürlichen Lage, der linke auf- und herausgerollt.

innerer Hohlraum mit der Leibeshöhle kommuniziert. Dieselben besitzen an der Innenseite eine Längsfurche, welche von föhlerartigen Bildungen, Tentakeln eingefast ist, und zwischen ihnen befindet sich der Mund, nach welchem zu die Bewegung der Armtentakeln zum Einstrudeln der aus mikroskopischem Detritus bestehenden Nahrung gerichtet ist. Dabei dienen die Arme auch mit zur Respiration. Der Atemraum, in dem die Arme liegen, setzt sich gegen die Leibeshöhle durch eine Art schrägen Zwerchfells (Fig. 84, s) ab. Das ganze Tier ist in eine Hautduplikatur, den sogenannten Mantel

(ma), welcher auch die Schale abfondert und gleichfalls die Atmung vermitteln hilft, gehüllt. Die Schalen können durch schräg von einer zur anderen verlaufende Muskeln (m und m¹) geöffnet und geschlossen werden. Die zweite Ordnung der Armfüßler, die der Ecardinen oder schloß-

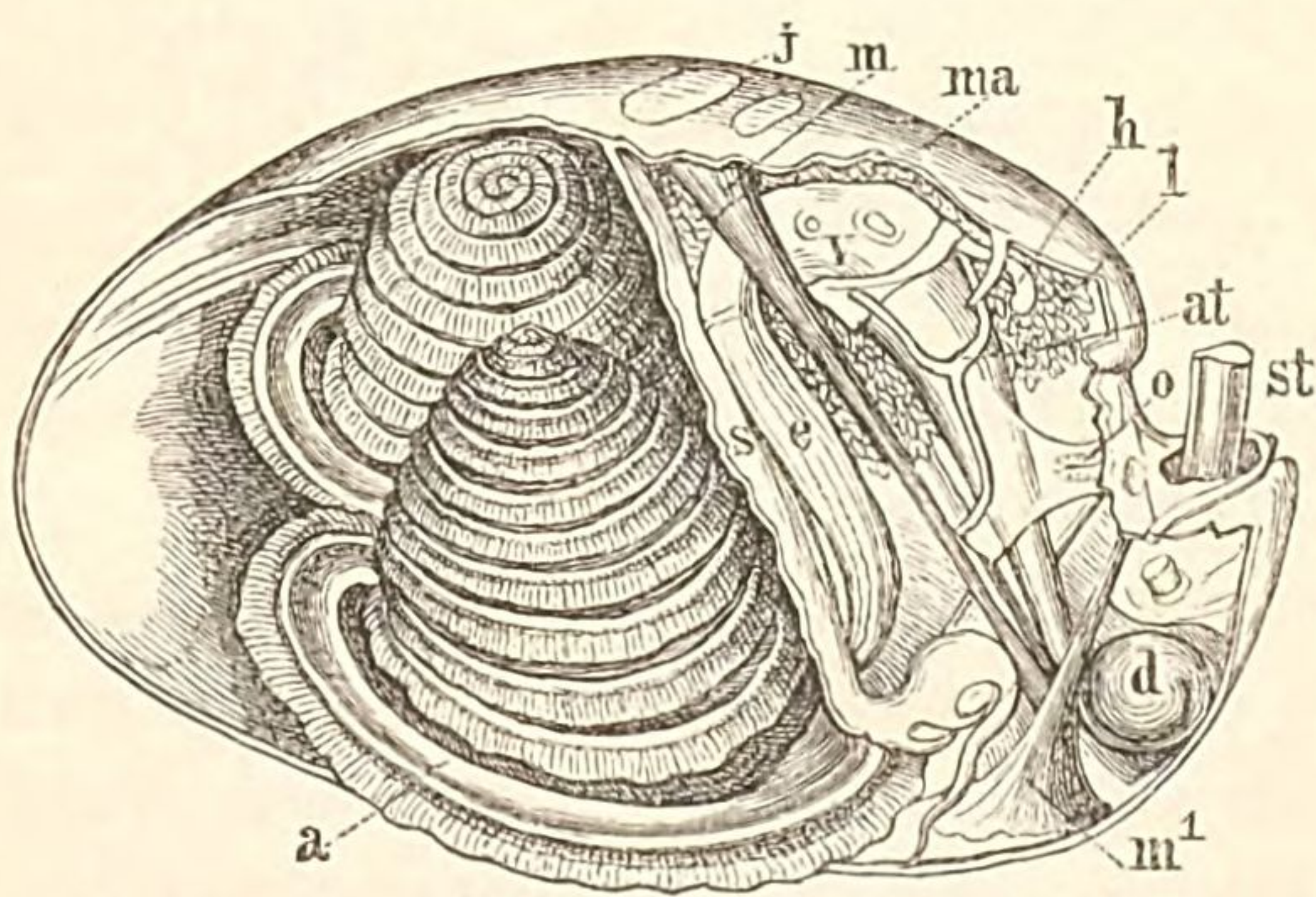


Fig. 84. Rhynchonella psittacea, die linke Hälfte der Bauchschale und die ganze Rückenschale ist entfernt. ma Mantel, s Scheidewand zwischen Atem- und Leibeshöhle, a Arm, e Speiseröhre, v Magen, d Enddarm, e Leber, h Herz, at Blutgefäße, o Öffnung des Eileiters, m und m¹ Muskeln, j Infertionsstelle von m¹, st Stiel.

losen, besitzt an den Schalen weder einen Schloßapparat noch Armgerüste.

Die Entwicklung des Brachiopodenstammes im Laufe der geologischen Zeiten ist eine eigentümliche. In den ältesten Schichten, in den cambrischen und denen des Silur, finden sich von ihnen 1776 Arten, im Devon 1366, im Kohlenkalk 871, im

Dyas aber sinkt ihre Zahl plötzlich auf einige 30, um sich im Trias und Jura wieder langsam zu heben und aus der Kreide sind wieder etwa 230 Spezies unterschieden und beschrieben. Doch nimmt von da

der Reichtum an Formen wieder etwas ab, sodaß wir in der Gegenwart zirka 130 lebende Arten kennen.

Noch vor wenigen Jahren galten die mit einem Schlosse an der Schale versehenen Brachiopoden als Seltenheiten ersten Ranges und wurden von Conchyliensammlern mit relativ großen Summen bezahlt. Dabei wurden sie als Tieffeeetiere par excellence betrachtet, da man sie noch in Meerestiefen fand, welche man damals als die äußerste untere Grenze tierischen Lebens ansehen zu müssen glaubte.

Daß diese Ansichten nicht richtig waren, haben uns die neueren Forschungen gelehrt. Die Tiere haben allerdings ein lokalisiertes Vorkommen; wo sie sich aber finden, treten sie meist in bedeutender Menge auf. So war es auch in der Vorwelt, z. B. in den triasischen Meeren, denn im Muschelkalk bilden Terebratellen (*Terebratula* s. *Coenothyris vulgaris*) mächtige Bänke. Die vertikale Verbreitung der lebenden Arten ist, soweit wir sie kennen, folgende. Es finden sich

zwischen 0—500 Faden 98 Arten

„	501—1000	„	16	„
„	1001—1500	„	6	„
„	1501—2000	„	4	„
„	2001—2500	„	3	„

Wenn diese Zahlen mit Rücksicht auf die in den verschiedenen Tiefen sehr verschieden häufigen Dredschzüge auch nur einen bedingten Wert haben, so dürfen wir doch schließen, daß die Brachiopoden im allgemeinen geringere Tiefe vorziehen. Der Challenger führte zwischen 0 und 500 Faden 99 Dredschzüge aus und bei einigen 20 wurden Armfüßler gefangen. Zwischen 2000 und 2500 Faden wurde 93, zwischen 2500 und 3000 aber 83mal mit der Dredsche gefischt und aus beiden Regionen wurden nur je 3mal Brachiopoden an die Oberfläche gefördert.

Die Ursache dieser Art der vertikalen Verbreitung ist, wenn man die Organisationsverhältnisse der Tiere im Auge behält, nicht so schwer zu verstehen. Die Brachiopoden sind als sessile, meist mit einem kurzen Stiele versehene Tiere auf feste Gegenstände zum Anheften angewiesen, vermögen aber im Schlamm und Schlick nicht recht zu haften. Daher

ist weder der Globigerinenschlick noch der rote Thon für ihren Aufenthalt besonders geeignet, desto mehr aber ein felsiger Untergrund.

Manche haben übrigens eine sehr weite vertikale Verbreitung. So findet sich *Terebratulina caput serpentis* von 0—1180, *Terebratula vitrea* von 5—1456 Faden.

Die Entwicklungsgeschichte hat uns als nächste Verwandte der Armfüßler die Moostierchen (Bryozoa) und Rädertierchen (Rotatoria) erkennen lassen. So gemein die letzteren in unsern füßen Gewässern sind, so selten treten sie im Meere auf und aus der Tiefsee sind zur Zeit noch keine bekannt. Anders verhält es sich mit den Moostierchen.

Die Moostierchen sind winzig kleine, meist mikroskopische Geschöpfe von Schlauchform und sitzen in einem häutigen oder kalkigen, bisweilen gallertartigen Gehäuse. Da sie Kolonien bilden, liegen diese Gehäuse dicht nebeneinander und formen moosähnliche oder zarte, baumartig wie bei den Hydroidpolypen verzweigte Stöckchen, während die kalkschaligen Arten oft den Milleporen sehr ähnlich sehen. Sie können sich aus ihrem Gehäuse hervorstrecken und entfalten dann einen um den Mund gestellten ring- oder hufeisenförmigen Tentakelkranz, der mit Flimmerhaaren dicht besetzt ist und die feine Nahrung herbeistrudelt, sowie die Atmung vermittelt. Neben dem Mund, aber meist außerhalb des Tentakelkranzes liegt der After und zwischen beiden das centrale Nervensystem. Bei den Meeresbryozoën findet sich häufig in den Individuen einer Kolonie Arbeitsteilung und daher Polymorphismus.

Die Bryozoën sind sehr alte Geschöpfe, die schon im untern Silur beginnen und in der Kreide ihre stärkste Entfaltung (gegen 700 Arten) erlangen. Auch in der Jetztwelt sind sie gut entwickelt und größtenteils Meeresbewohner, von denen allein der Challenger gegen 320 Arten sammelte, darunter nach der Mitteilung von Georg Busk über die Hälfte neue. Die Tiere finden sich in allen Meeren, und ihre Arten haben zum Teil eine sehr weite horizontale Verbreitung: manche bewohnen den atlantischen, indischen und stillen Ozean zugleich. Auch die vertikale Verbreitung ist bei manchen Spezies eine bedeutende, so wurde *Cribrella monoceras*, übrigens auch eine nahezu panthalattische Art, von 5—1350 Faden beobachtet. Meist sind aber die Tiefseeformen loka-

lisiert und an ihren Aufenthaltsort angepaßt, indem sie sehr zarte und biegsame Kolonien bilden und am untern Ende äußerst feine Wurzelfaserchen entwickeln, mit welchen sie Globigerinen oder andere feste Partikelchen des abyssischen Meeresbodens umspinnen.

Auf der Expedition des Challenger wurden beobachtet:

zwischen 1000 und 1500 Faden 13 Arten

„	1501	„	2000	„	22	„
„	2001	„	2500	„	11	„
„	2501	„	3000	„	6	„
„	3001	„	3125	„	4	„

Neuntes Kapitel.

Die Gliedertiere (Arthropoda).

Aus der unübersehbar großen Schar der Gliedertiere haben die Tausendfüße gar keine, die Insekten nur einige wenige am Ufer lebende oder pelagische Vertreter in der so üppig entwickelten Meeresfauna. Neben einigen, in besonderer und merkwürdiger Art entwickelten Spinntieren sind es die vielen und mannigfach differenzierten, an Arten und Individuen reichen Ordnungen der Krebse, welche in allen Meeren der Welt, von Pol zu Pol und von der Strandlinie bis in die tiefsten Tiefen einen sehr wesentlichen Teil der Bewohnerschaft ausmachen.

Von den zwölf Ordnungen der Krustentiere scheinen nur zwei, nämlich die im Meere überhaupt schwach vertretenen Phyllopoden und die mehr pelagisch lebenden Stomatopoden sich nicht an der Bildung der Tiefseefauna zu beteiligen, alle andern haben, teilweise selbst zahlreiche, Repräsentanten in der Tiefe.

Die Muschelkrebse (Ostracoda), eine uralte, schon vor der Silurzeit vorhanden gewesene Krebsstamme, sind kleine Tiere mit ungegliedertem Körper, mit 7 Paar Gliedmaßen und umhüllt von einer hornigen bis kalkigen zweiklappigen Schale, die seitlich zusammengedrückt und auf der Rückenseite durch eine Membrane verbunden ist, unten aber offensteht. Beide Schalenhälften können durch einen central ge-

legenden Muskel geschlossen werden und das zurückgezogene Tier vollkommen abschließen.

Sie finden sich in den süßen und in den salzigen Gewässern aller Teile der Erde, und wenn sie auch im flachen Wasser zahlreicher entwickelt sind, so gehen sie doch in bedeutende Tiefen. Von den 221 auf der Challengerexpedition gesammelten Arten wurden 52 unter 500, 19 unter 1500 und noch 8 unter 2500 Faden gefunden. In der größten Tiefe, in welcher Muschelkrebse überhaupt beobachtet wurden, betrug die Zahl ihrer Spezies 3.

Die Copepoden, kleine gestreckte Krebschen mit deutlich gegliedertem Rumpfe und mit 4—5 Beinpaaren, spielen bei ihrer großen Menge und unglaublichen Fruchtbarkeit eine große Rolle im Meere. Manche liefern, wie Agassiz bemerkt, innerhalb dreier Wochen 30 Generationen, sodaß, wenn alles gut ginge, Nahrung reichlich genug vorhanden wäre und Feinde fehlten, die Individuenzahl ihrer Nachkommenschaft sich in kurzer Zeit fast aller Berechnung entziehen und große Teile des Meeres gänzlich anfüllen würde. Auch so schon, da doch täglich Milliarden der Not und der Verfolgung zum Opfer fallen, färben sie gelegentlich namentlich in den arktischen Gewässern auf Quadratmeilen hin die Oberfläche des Meeres entsprechend ihrem Kolorite blutrot oder rotbraun. Sie spielen eine der größten Rollen im großen Stoffwechsel des Meeres, ja, indem sie das Hauptfutter der Heringe ausmachen und deren Wanderungen veranlassen, sind sie von hervorragender Wichtigkeit selbst für Handel und Wandel der Menschen. So zahlreich sie als Individuen und Arten die Oberfläche des Meeres bevölkern, so selten sind sie in der Tiefsee: nur eine frei lebende Form (*Pontostratotes abyssicola*, 2200 Faden) ist als unzweifelhaft abyssisch bekannt. In mittleren Tiefen des Mittelmeeres (325—710 Faden) fand Chun indessen eine in jeder Beziehung üppige Copepodenfauna.

Nicht wenig Copepoden haben sich einer parasitischen Lebensweise anbequemt und erscheinen dann infolge derselben oft abenteuerlich verändert und degeneriert. Auch solche Schmarotzerformen (*Lernaea abyssicola*) hat man auf Fischen und Ringelwürmern (*Praxillinicola*

Kroyeri auf *Praxilla abyssorum* bei 1950 Faden und *Oestrella Levinseni* auf *Ehlersiella atlantica* bei 2750 Faden) der Tieffee gefunden.

Die originellste Ordnung der niederen Krebse und vielleicht der Krebse überhaupt bilden die durch rückschreitende Metamorphose merkwürdig veränderten Rankenfüßer (*Cirripedia*). In der Jugend als hochorganisierte, mit Augen und trefflich entwickelten Gliedmaßen versehene, echte Krebschen munter umher schwimmend, setzen sie sich später an leblose Gegenstände, aber auch auf lebende Geschöpfe, teilweise sogar als echte Parasiten

fest und erfahren so wesentliche Veränderungen, daß man sie früher für eigenartige Mollusken gehalten hat. Der Körper büßt seine deutliche Gliederung ein, umgibt sich mit einer mantelartigen, meist durch eingelagerte Kalkstücke verstärkten Hautduplikatur, die Gliedmaßen werden zu einem Strudelapparat, welcher

den infolge der federtären Lebensweise zu Zwittern gewordenen Tieren die aus allerlei feinsten Organismen und Organismenresten bestehende Nahrung zuführt und das des nötigen Sauerstoffs beraubte Atemwasser erneuert.

Für die Fauna der Tieffee kommen bloß die allbekannten Familien der Entenmuscheln (*Lepadidae*) und der Seepocken (*Balanidae*) in Betracht. Die ersteren, denen die mittelalterliche Sage eine abenteuerliche Art von Generationswechsel zuschrieb, indem gewisse Individuen sich von ihren Stielen loslösen und zu Bernickelgänsen werden sollten, sind in der Tieffee relativ gut vertreten: von 43 Arten von *Scalpellum*, einer schönen Gattung, fand der Challenger nach dem

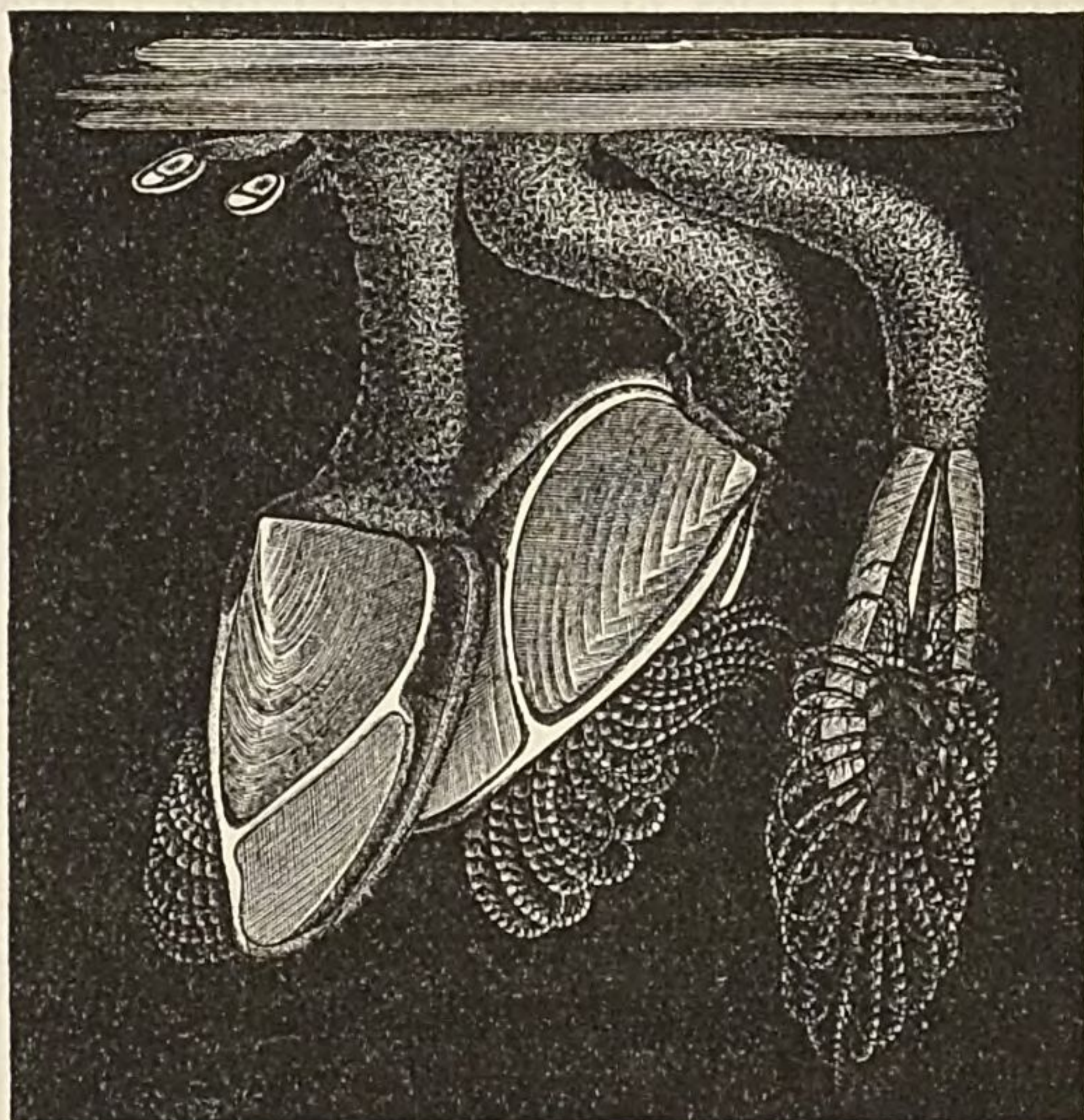


Fig. 85. Eine Entenmuschel (*Lepas anatifera*).

Marshall, Die Tieffee und ihr Leben.

Berichte Hoeck's 35 zwischen 500 und 2850 Faden, das Genus *Veruca* hat Spezies zwischen 500 und 1900 Faden und die einzige neu entdeckte Gattung (*Megalasma striatum*) stammt aus einer Tiefe von 1000 Faden. Die Seepocken, welche an felsigen Gestaden innerhalb der Gezeitengrenzen die Klippen oft in Millionen von Individuen bedecken, sodaß sie weiß in die Ferne leuchten, sind nur sparsam in der abyßischen Fauna vertreten und gehen nicht tief: bloß zwei Arten wurden unterhalb der Hundertfadenlinie gefunden, die eine bei 180, die andere bei 516 Faden. Es ist eine interessante Thatfache, daß die Lepadiden und Balaniden, die doch im seichten Wasser einen so großen Hang zur Geselligkeit zeigen, in der Tiefe ein einsiedlerisches Leben führen.

Die höheren Krebse (Malacostraca), deren aus zwei Regionen bestehender Körper sich konstant aus 19 Segmenten, nämlich 13 für das Kopf-Bruststück und 6 für den Hinterleib (bei unseren gewöhnlichen Krebsen „Schwanz“ genannt) zusammensetzt, haben zahlreiche, teilweise sehr merkwürdige Repräsentanten in der Tiefsee, und auf sie hat, wie auf die Fische, der Aufenthalt in jenen Gründen besonders stark modifizierend eingewirkt.

Eine sehr eigentümliche, aus nur wenig Arten bestehende Ordnung dieser Krebse ist die der Leptocariden, mit gestrecktem, sehr deutlich segmentiertem Leibe und um den Kopf und Vorderteil des Rumpfes mit einer zarten, in der Rückenlinie vereinigten Schalenklappe. Eine einzige bis 40 mm lang werdende Art einer neuen Gattung (*Nebaliopsis typica*) wurde vom Challenger in der Südsee einmal bei 1375 und das zweite Mal bei 2550 Faden gedredht. Die abyßische Herkunft verrät sich in den rudimentären Augen, die des Pigments und der eigentlichen Sehelemente entbehren.

Die Hüpferlinge oder Flohkrebse (Amphipoda) mit seitlich zusammengedrücktem, ziemlich gleichmäßig geringeltem Körper, deutlich abgesetztem Kopfe und ungleichartig entwickelten, teils zum Schwimmen, teils zum Hüpfen dienenden Gliedmaßen, sind zwar eine sehr zahlreiche Krebsordnung, haben aber nicht besonders viel Vertreter in den tieferen Teilen des Meeres. Auf der Fahrt von Japan nach Juan Fernandez fand der Challenger bei 60 bis 70 Dredschzügen nur einige wenige Floh-

krebse, und wenn Stebbing auch recht haben mag, wenn er meint, diese Thatfache beweise noch lange nicht, daß die Tiere in jenen Gegenden des Weltmeeres wirklich feltener als anderwärts wären, so ist sie doch immerhin auffallend genug. Die feltfamste Amphipode ist *Cystisoma* (nicht *Cystosoma* wie Westwood schon eine neuholländische Zirpe nannte) *Neptuni*: bei verhältnismäßig riesigen Dimensionen (103 mm lang) ist ihr Körper völlig farblos und durchsichtig, auf dem großen Kopfe liegen zwei mächtige, zirka 25 mm große Facette-Augen, dicht nebeneinander. Das Geschöpf scheint, nach der Ansicht Wyville Thomsons, ein pelagisches Leben zu führen, aber sich am Tage in Tiefen bis zu 1500 Faden zurückziehen.

Erwähnenswert ist vielleicht noch eine von A. Agaffiz mitgeteilte Beobachtung von S. J. Smith, nach welcher sich manche Amphipoden aus ihren eigenen durch Fäden zusammengesponnenen Kotballen röhrenförmige Gehäuse machen. Auf der Expedition des Blake wurden zu verschiedenen Malen andere Röhren mit heraufgebracht, die ganz den Eindruck von Wurmgehäusen machten, aber von Amphipoden bewohnt waren, und Agaffiz wagt es nicht zu entscheiden, ob diese etwa auch die Verfertiger oder nur die Besitzergreifer gewesen wären.

Zu den bekanntesten Krebsformen zählen die Affeln (Gleichfüßer, Isopoda), deshalb so bekannt, weil zu ihnen Geschöpfe gehören, welche sich als lästiges Ungeziefer in unsern Kellern, Höfen und Gärten unangenehm bemerkbar machen — die Kelleraffeln. Keine Ordnung der Krebse weist so viele landbewohnende Arten auf wie diese, aber im Wasser, im süßen, selbst tief im Schoße der Erde, mehr noch im Meere in allen Breiten von der Strandzone bis zu gewaltigen Tiefen ist doch die Mehrzahl zu Hause.

Sie haben einen meist abgeplatteten, länglich ovalen, manchmal auch stark verlängerten Körper (*Arcturus*, *Neotanaïs*, *Thyphotanaïs*). Sechs vorderste kleine Segmente bilden äußerlich zu einer Einheit verbunden den Kopf, 7 größere ziemlich gleichbreite den Brustabschnitt und wieder 6 stark verkürzte kleinere den Hinterleib. Die Brustsegmente tragen je ein Paar sehr einfacher, zum Kriechen, bisweilen zum Festhaken eingerichteter, ziemlich gleichentwickelter Beine, einzelne der Gliedmaßen

können indessen auch zu vorzüglichen ruderartigen Schwimmfüßen umgebildet sein (unter andern ganz besonders der fünfte Thorakalfuß bei *Eucope abyssicola*). Am Hinterleib haben sich diese Bewegungsorgane zu Respirationsorganen umgebildet. Manche dieser Tiere haben sich an ein parasitisches Leben angepaßt und haufen in teilweise fetsam veränderter Gestalt auf andern Krebsarten und Fischen oder in deren Kiemenhöhlen.

Diejenigen Affelformen, welche die Tieffee bewohnen, besitzen, wie wir namentlich durch die Untersuchungen von Sars und Evers Beddard, der das einschlagende Material der Challenger-Expedition in vorzüglicher Weise bearbeitet hat, wissen, meist rückgebildete Sehwerkzeuge. Von 56 abyssischen Arten sind 34 vollkommen blind, 4 haben degenerierte, 18 gut entwickelte Augen. Mit Rücksicht auf die angenommenen Gattungen setzt sich die Isopodenfauna der Tiefe aus zwei Elementen zusammen, nämlich aus spezifischen Gattungen der Tieffee und aus solchen, welche auch in seichterem Wasser sich finden. Von den elf Arten der ersteren haben nur zwei funktionsfähige Augen und unter denen der letzteren können wir zwei Gruppen unterscheiden, nämlich solche, die in tiefen Meeresteilen blinde, in seichteren sehende Spezies aufweisen und solche, die auch in flacheren Gewässern blind sind.

Blinde oder offenbar blödsichtige Tiere brauchen nicht immer Bewohner dunkler Räume zu sein, wie aus einer ganzen Reihe von Thatfachen sich ergibt, und was andererseits die sehenden Tieffeeformen in diesem speziellen Falle angeht, so kann ihre Sehfähigkeit eine doppelte Ursache haben: einmal, und das dürfte für solche Formen zutreffend sein, deren übrige Mehrzahl das seichte Wasser bewohnt, kann sie noch vorhanden sein, die Tiere leben noch nicht lange genug unter den neuen Verhältnissen, um sich ihnen schon völlig angepaßt zu haben, zweitens aber wird, wie wir erwähntermalßen zu schließen gezwungen sind, auch in der Tieffee mindestens stellenweise ein auf organische Quellen zurückführbarer schwacher Lichtschimmer herrschen. Der riesenhafte *Bathynomus giganteus* (Fig. 86) den A. Agassiz in den westindischen Gewässern aus einer Tiefe von 955 Faden heraufholte, besitzt an der Unterseite des Kopfes gelegene hoch entwickelte Augen, deren jedes

4000 Facetten zählt. Filhol behauptet, daß unter den fossilen Krebsen keine blinden Formen zu finden wären, und glaubt daraus mit schließen

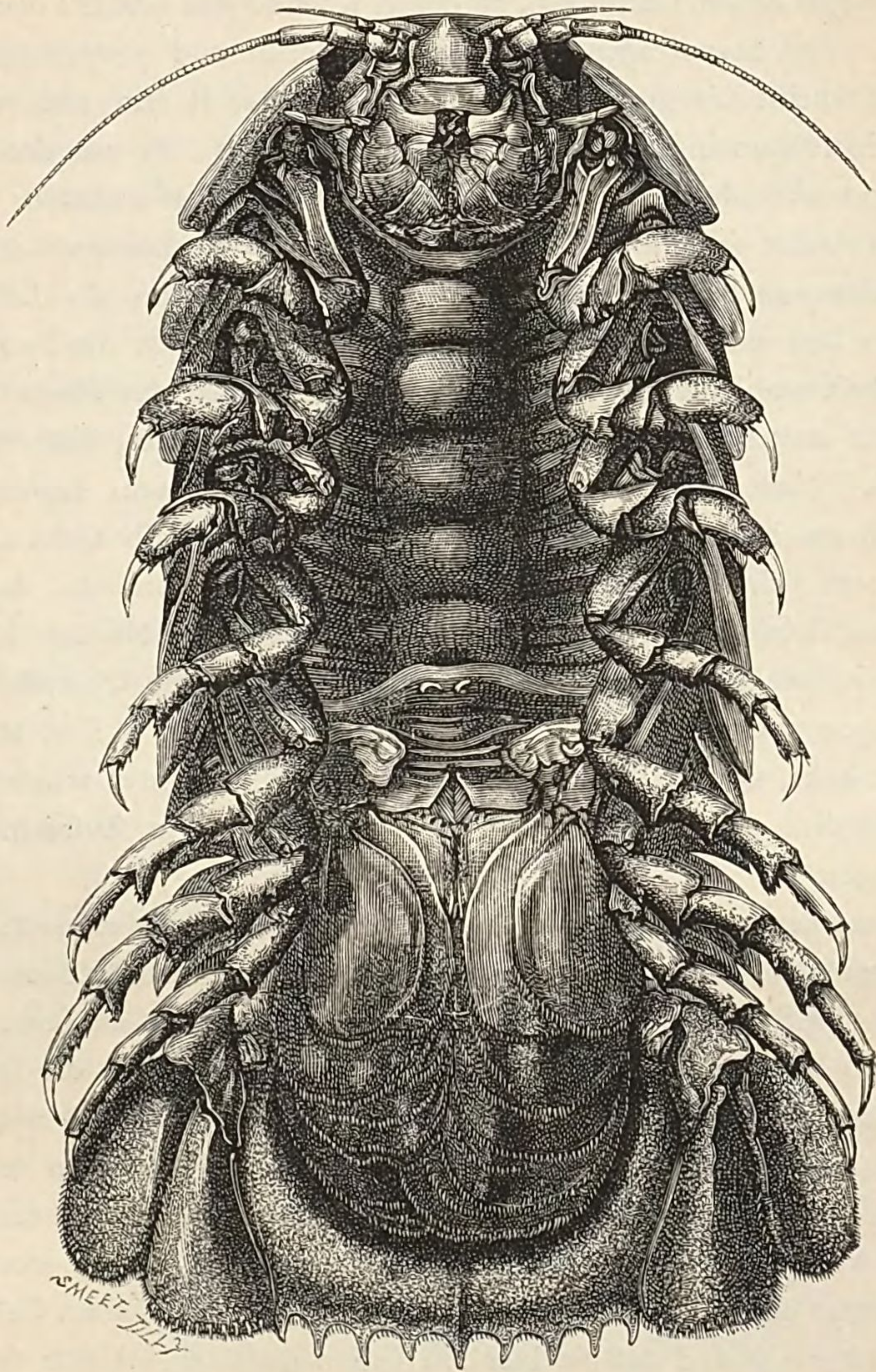


Fig. 86. Riefen-Tiefseeassfel (*Bathynomus giganteus*) $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

zu dürfen, daß die Meere der Vorzeit nicht so beträchtliche Tiefen, wie die der Jetztwelt gehabt hätten. Dem wäre doch wohl entgegenzu-

halten, daß der erstere Teil der Behauptung nachweisbar falsch ist: es gab schon im Silur blinde Trilobiten (z. B. *Agnostus*), ja es giebt, wie unter den heutigen Affeln, Gattungen, zu denen sehende und blinde Formen gehörten. Von hervorragendem Interesse indessen und weitgehender Bedeutung scheint mir eine Beobachtung Barrandes zu sein, nach welcher ein *Trinucleus* in der Jugend Schwerzeuge hat, die mit dem Alter nach und nach degenerieren und schließlich ganz verschwinden. Dieses Faktum deutet weit mehr als das gelegentliche Vorkommen einzelner von Anfang an blinder Formen auf eine Anpassung an das Leben im Dunkeln hin, und wo sollen wir für einen Trilobiten die betreffende Dunkelheit wohl suchen können als auf dem Boden des Meeres?

Eine weitere, nicht uninteressante Erscheinung ist es, daß die Affelarten der Tiefsee vielfach mit ausgezeichneten Höckern, Dornen und Stacheln am Hautpanzer versehen sind. Das ist deshalb nicht uninteressant, weil sich ähnliche Vermehrungen der Körperoberfläche, denn das sind jene Gebilde, auch bei Insekten z. B. Käfern in polnahen Ländern und in hohen Gebirgen finden. Oft treten hier solche Oberflächenvermehrungen auch in konkaver Art als Gruben, Furchen u. f. w. auf, und es liegt nahe, sie mit den Temperaturverhältnissen, unter welchen jene Tiere ähnlich wie die Bewohner der Tiefsee leben, in Zusammenhang zu bringen.

Bemerkenswert ist weiter die Thatfache, daß die Meeresaffeln eine Neigung zeigen, nach den Polen und der Tiefe zu an Größe zuzunehmen. So sind von *Serolis Bromleyana* manche Exemplare aus einer Tiefe von 1100 Faden bei 40° f. B. noch einmal so groß als die größten aus einer Tiefe von 400—700 Faden unter 33—37° f. B. und nach dem Südpol hin steigert sich diese Erscheinung, sodaß ein unter 62° f. B. und bei 1975 Faden Tiefe gefangenes Individuum wieder um die Hälfte größer war als die größten unter 40° und bei 1100 Faden erbeuteten. Dies deutet darauf hin, daß es den Meeresisopoden in kalten Gewässern am wohlsten ist und daß sie hier am besten gedeihen. Dafür sprechen auch manche Erscheinungen in ihrer geographischen Verbreitung: so ist die Gattung *Serolis* hauptsächlich im südlichen Ozean bis in den antarktischen hinein, sowohl im seichten wie tiefen Wasser, verbreitet, und

die Tiefseeformen nähern sich, entsprechend der Temperatur ihres Aufenthaltsortes, dem Äquator weit mehr als die oberflächlich lebenden, aber nur eine Art geht über ihn hinaus entlang der Westküste Amerikas bis zum 33° n. B.

Die übrigen Affeln, auch die der Tiefsee, teilen mit Serolis die Eigentümlichkeit, daß sie sich gern in der Nähe des Landes, und wären es nur kleinere Inseln, aufhalten, und es ist charakteristisch, daß der Challenger im centralen und südlichen Teil des atlantischen und im centralen und westlichen Teil des stillen Ozeans keine einzige Isopode angetroffen hat. Die größte Tiefe, in welcher Affeln gefunden wurden, war 2740 Faden. Die typischen Tiefseearten, d. h. die unter 500 Faden vorkommenden, verteilen sich vertikal folgendermaßen:

500 bis 1000 Faden	17 Arten
1000 bis 2000 „	29 „
2000 bis 2740 „	7 „

Die am höchsten entwickelten Krebse (Thoracostraca) zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Brustsegmente entweder alle oder doch wenigstens die vorderen mit dem Kopfabschnitte zusammen von einem gemeinsamen Rückenschild überdeckt sind und daß in der Regel ihre Augen auf beweglichen Stielen sitzen.

Die Cumaceen, eine langschwänzige Ordnung der Thorakostraken, bei denen sich bloß die drei vordersten Brustringe mit unter dem Rückenschild befinden, sind kleine Krebse und wenig zahlreich an Arten. Das auf der Challenger-Expedition erbeutete Material, welches von G. O. Sars bearbeitet wurde, bestand aus 15 Arten, die eine merkwürdige vertikale Verbreitung zeigen; 10 fanden sich von der Oberfläche bis zu 127, 5 von 1240 bis 2050 Faden. Ich habe mich nicht genau über die Lebensweise dieser Tiere unterrichten können, aber es ist mir bei der Länge und der großen Beweglichkeit ihres schlanken Schwanzes sehr wahrscheinlich, daß sie hauptsächlich schwimmend sich bewegen werden, und sie dürften ein ziemlich bedeutendes Sauerstoffbedürfnis haben, dem sie jedoch mit einem verhältnismäßig gering entwickelten Respirationsapparat, — bloß das erste Kieferfußpaar trägt Kiemen, — nur unter günstigen Bedingungen, d. h. in sauerstoffreichem Wasser, vollkommen werden gerecht werden

können; daher scheint es mir zu kommen, daß sie in so auffallender Weise sauerstoffärmere Wasserschichten vermeiden.

Die Spaltfüßer (Schizopoda), gestreckte Krebschen mit einem dünnhäutigen, Kopf und fämtliche Brustringe deckenden Rückenschild, sowie mit acht Paar gespaltenen Füßen, zeigen eine bedeutende vertikale Verbreitung. Von den 57 auf der Reise des Challenger gesammelten, gleichfalls von G. O. Sars bearbeiteten Arten waren 32 an der Oberfläche des Meeres, 6 von 32 bis 300, 4 von 300 bis 1000, 11 von

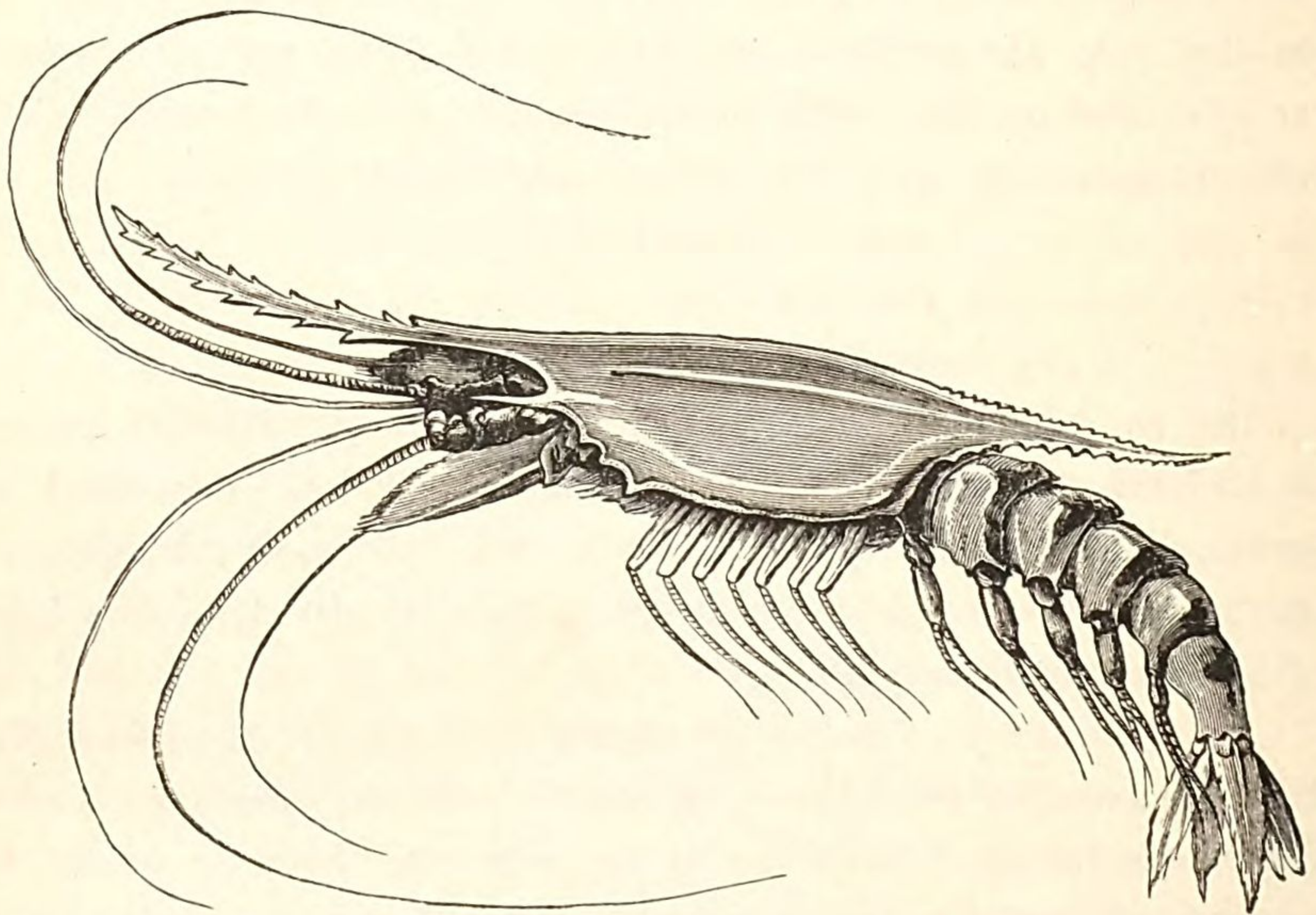


Fig. 87. *Gnathophausia zoëa*, aus einer Tiefe von 912 Faden. Um $\frac{1}{5}$ vergrößert.

1000 bis 2000 und 4 unter 2000 (größte Tiefe 2740!) Faden gefangen. Eine Art hatte ein Vorkommen von 345 bis 2740 Faden. Die Augen der abyssischen Spaltfüßer sind sehr verschieden entwickelt; die *Gnathophausien*, (Fig. 87) echte Bewohner der Tieffee von 250 bis 2200 Faden und dabei mit $\frac{3}{5}$ der Arten unter 1000, zeigen gut gebildete Augen, mit dunklem Pigment und normal entwickelten Sehelementen. Bei *Chlaraspus alata* (1800 Faden) sind die Augen sehr klein, bei *Boreomysis obtusa* (345 bis 2740 Faden) erscheinen die Sehwerkzeuge normal, bei *B. micropa* (1250 Faden) klein mit rotem Pigment, bei

B. scyphops (1600 bis 1800 Faden) werden sie rudimentär und sind ohne Sehelemente. Auch *Bentheuphasia amblyops* (100 bis 1800 Faden) hat gering entwickelte Sehorgane mit weißlichem Pigment. *Eucope australis* (1000 bis 1975 Faden) zeigt in dem Baue ihrer Augen eine merkwürdige Geschlechtsdifferenz: beim Weibchen sind sie sehr klein, mit weißlichem Pigment, beim Männchen erscheinen sie größer und dunkel pigmentiert, aber in beiden Geschlechtern fehlen ihnen besondere Sehelemente. Die Sehwerkzeuge von *Amblyops Crozetii* (1600 Faden) sowie von *Pseudomma australe* und *Sarsii* sind vollkommen degeneriert und zu plattenartigen Bildungen umgestaltet. Das Merkwürdige hierbei liegt aber darin, daß die eine Art von *Pseudomma* (*australe*) bei 33 Faden, die andere bei 1675 Faden gefangen wurde. Wenn hier nicht durch Zufall ein Irrtum unterlaufen ist, so ist die Sache sehr auffallend und sonderbar und dient, wie überhaupt das Verhalten der Augen der Schizopoden, nicht dazu, uns das Verständnis der Entwicklung der Sehorgane der Tiefseetiere deutlicher zu machen. Berücksichtigung bei Beurteilung dieser Verhältnisse verdient es indessen, daß manche abyssische Schizopoden Leuchtorgane in Gestalt über den Extremitäten an den Seiten des Abdomens oder hinter den Augen gelegener phosphoreszierender Flecke und Platten haben.

Es dürften diese Tiere eine alte Krebsfamilie sein, dafür spricht ihre weite horizontale Verbreitung: *Gnathophausia zoëa* (Fig. 87) z. B. findet sich im atlantischen und stillen Ozean, *Euphausia pellucida* wurde gleichfalls im ganzen atlantischen Ozean von Norwegen an und im stillen bis Japan hinauf und außerdem im mittelländischen Meere beobachtet.

Die noch übrig bleibende Ordnung der Krustentiere, die der Zehnfüßer (*Decapoda*) ist die am besten gekannte, am manigfachsten differenzierte und zugleich zahlreichste. Ausgezeichnet ist sie durch den Besitz von zehn, am freien Ende teilweise fächerartig entwickelten Gehfüßen, die manchmal zu ruderartigen Schwimmwerkzeugen sich umgestalten, und durch ein besonders wohl entwickeltes Rückenschild, das in der Regel auf der Rückenseite mit allen Brustsegmenten verwachsen ist.

Der Hinterleib kann von sehr verschiedenem Umfange sein und hat man seine Beschaffenheit hauptsächlich zur Begründung dreier Unterordnungen

verwendet: die Langschwänzer (*Macrura*) mit starkem Hinterleibe von mindestens Vorderleibslänge, die *Anomura* mit kleinerem und die Krabben (*Brachyura*) mit ganz kurzem, in eine Furche an der Unterseite der Brust eingeschlagenem.

Eins der schönsten Resultate, welches die Challenger-Expedition auf dem Gebiet der Carcinologie erzielte, war die Entdeckung der Polycheliden oder, wie sie nach dem armen von Willemoes-Suhma auch genannt werden, der Willemoesien. Die Tiere sind blind, Augen und Augentiele fehlen, ihr Rückenschild ist flach, niedergedrückt, 4—5 Paar der Gehfüße tragen am Ende Scheren, das erste Paar ist bedeutend verlängert. Manche sind wundervoll durchsichtig und erreichen eine verhältnißmäßig beträchtliche Größe. *Willemoesia leptodactyla* wird 120 Millimeter lang und das erste Paar ihrer Gehfüße mißt 155 Millimeter, ist sehr schlank und trägt am Ende Scheren mit sehr zarten Blättern. *Polycheles crucifer* ist nur den dritten Teil so groß, hat kürzere Scheren und ist nicht nur blind, sondern an dem Orte, wo bei den verwandten Formen wenigstens die rudimentären Augen zu sitzen pflegen, fehlt jede Spur einer für ihre Aufnahme geeigneten Stelle.

Von hervorragendem Interesse ist die Beobachtung Spence Bate's, daß die ausgebildeten, aber noch im Eie befindlichen Foetus der Willemoesien wohl entwickelte Augen vom normalen Crustaceentypus haben. Es tritt hier also betreffs des Sehorgans eine jedesmalige individuelle Rückbildung ein, wie bei anderen blinden oder mit nur rudimentären Augen ausgestatteten Tieren (Maulwurf, der blinde Fisch der Mammuthöhle etc.) und wie bei der erwähnten Trilobitengattung *Trinucleus*.

Die Artzahl der Familie der Polycheliden wurde vom Blake um 5 aus 100—1900 Faden Tiefe der westindischen Gewässer stammende Spezies vermehrt, und auch der Talisman fand neue Gattungen und Arten zwischen 650 und 700 Faden. Spence Bate bemerkt in der vorläufigen Mitteilung über die Bearbeitung des einschlagenden Challenger-Materials, Willemoesien kämen an den tiefsten Ozeanstellen vor und schienen proportional zur Tiefe an Größe zuzunehmen. Sehr merkwürdig ist es, daß die nächsten Verwandten dieser Krebsfamilie, die Euryoniden, sich in jurassischen Schichten, im Lias und ganz besonders im lithographischen

Schiefer von Solenhofen finden. Es wird behauptet, daß bei den typischen Euryonarten, mit Ausnahme einer Spezies, noch nie Augen

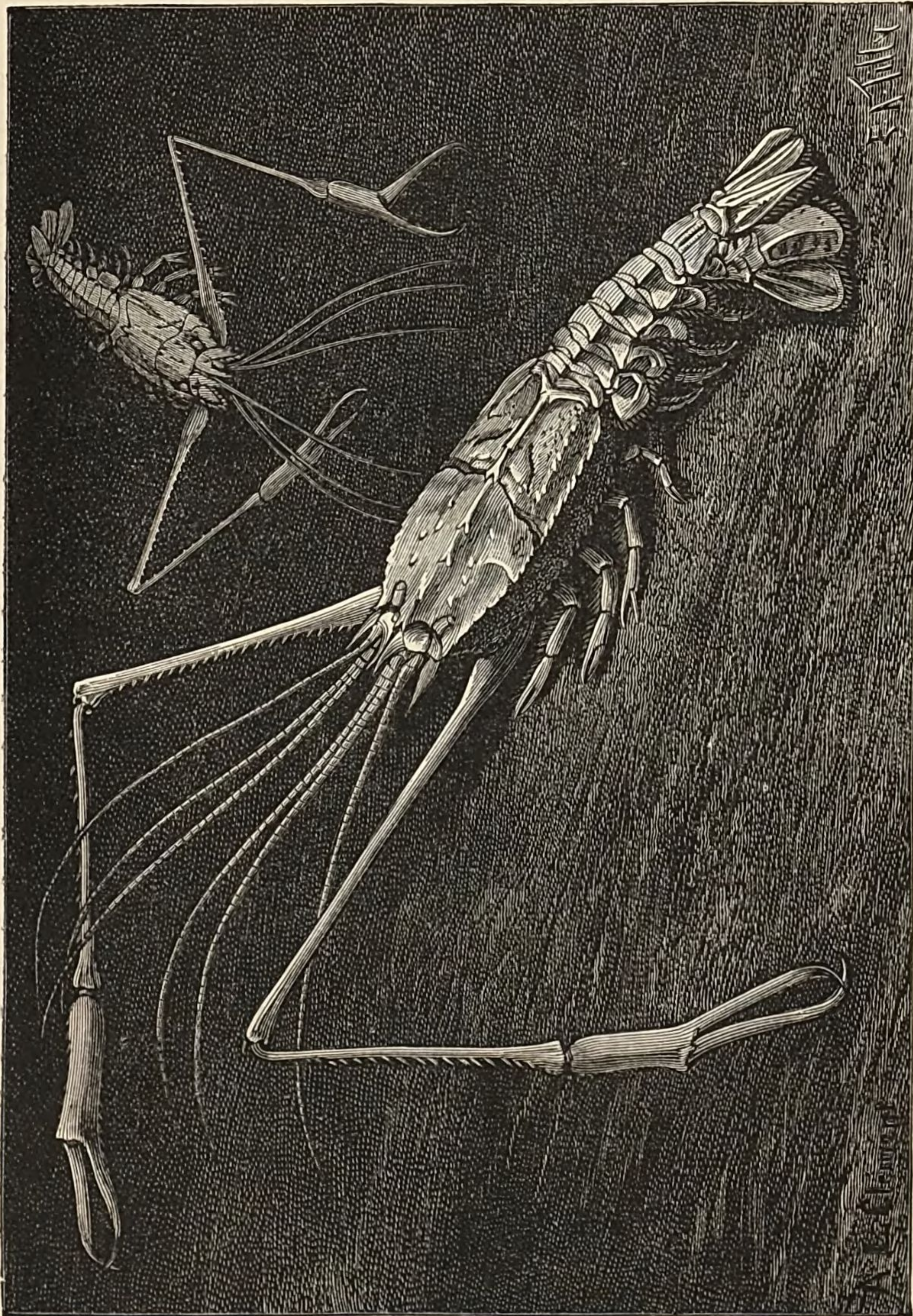


Fig. 88. *Pentacheles spinosus* aus einer Tiefe von 1150 Faden an der Küste von Marokko.

beobachtet seien. Es wäre sehr auffallend wenn diese Tiere wirklich

blind gewesen sein sollten, denn der Lithographiestein ist mit ziemlicher Sicherheit als eine aus dem „feinen Kalkschlamme einer feichten, vor Brandung und Stürmen geschützten Bucht des Jurameeres“ (Zittel) hervorgegangene Gesteinschicht anzusehen.

Eine andere schöne Entdeckung des Challenger ist eine unserem gewöhnlichen Flußkrebse (*Astacus fluviatilis*) nahe verwandte Macru-renform (*Thaumastocheles* f. *Astacus zaleuca*). Sie hat ein abgeflachtes, nach hinten sich verbreiterndes Abdomen, dessen letztes Segment breiter als das seitlich zusammengedrückte Bruststück ist. Die Scheren sind sehr lang und zart, innen mit zahlreichen spitzen Zähnen besetzt und erinnern lebhaft an die Mandibeln eines chilenischen Hirschkäfers (*Chiasognathus Grantii*). Auch dieses aus den westindischen Gewässern stammende Tier ist vollkommen blind und Wyville Thomson bemerkt, daß sich am Vorderrande des Kopfbrustschildes an der Stelle, wo sonst bei den Astaciden die Augen zu sitzen pflegen, zwei leere Räume finden, die aussehen, als ob ein Operateur die Augentiele mit den Augen sorgsam aus ihnen entfernt und den Platz, an welchem sie befindlich gewesen wären, mit einer chitinösen Haut überspannt hätte.

Filhol findet es wahrscheinlich, daß die Tiere, ähnlich etwa wie die Ameisenlöwen, im Schlick eingegraben leben und bloß ihr gewaltiges Zangenpaar aus demselben beutegierig und greifbereit herausstrecken. Das scheint mir wenig glaublich und zwar aus folgenden Gründen: erstens ist die Bedeckung des Körpers fest und hart, wie Wyville Thomson ausdrücklich hervorhebt und das wäre für ein im Schlamm vergraben lebendes Tier etwas sehr Ungewöhnliches. Eine Verwandte von *Thaumastocheles*, die in den europäischen Meeren vorkommende *Callianassa* lebt allerdings so, aber sie ist auch auffällig weichhäutig. Zweitens sehen wir außerdem bei dem Tiefseekrebse das zweite, dritte und vierte Segment des Hinterleibs mit feinen Wollhaaren dicht bedeckt, was sich gleichfalls mit einem Schlambewohner nicht gut reimen will. Mir scheint Agassiz recht zu haben, der auf die zahlreichen Tasthaare an den Gliedmaßen des Tieres aufmerksam machend glaubt, diese würden dem Krebse behilflich sein, wenn er, wie jeder Blinde, seinen Weg tastend sucht.

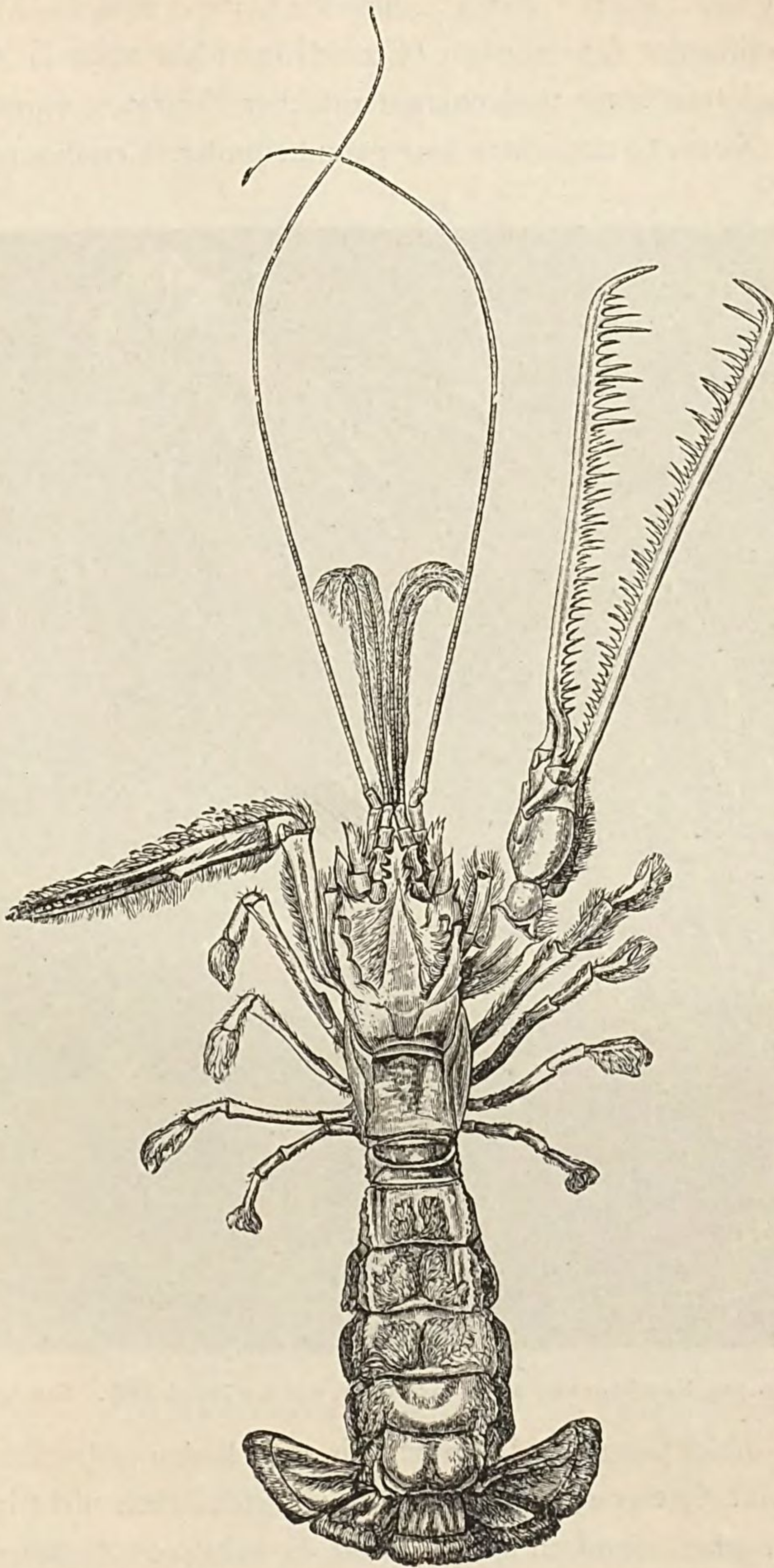


Fig. 89. *Thaumastocheles zaleuca*. Nat. Gr.

Die in allen Meeren durch zahlreiche Arten und Individuen vertretene Familie der Garneelen (Carididae) hat auch in der Tieffee eine Reihe interessanter und charakteristischer Vertreter, von denen das Geschlecht *Nematocarcinus* eine ganz besondere Erwähnung verdient.

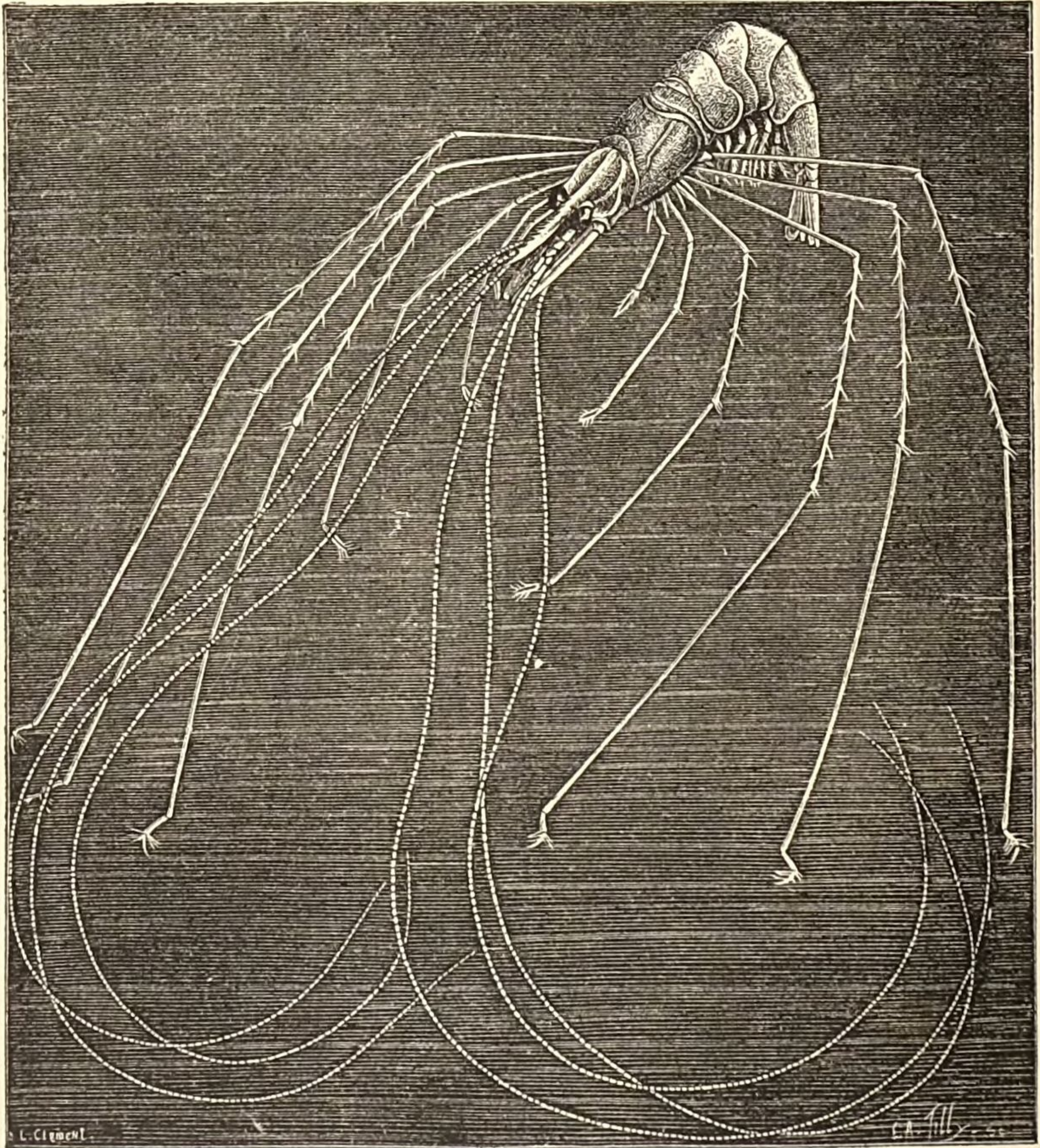


Fig. 90. *Nematocarcinus gracilipes*, aus 470 Faden Tiefe. Nat. Gr.

Die Spezies dieses Genus sind von 225 bis 3000 Faden gedredht worden, indessen meint Spence Bate, daß sie wahrscheinlich nicht in so große Tiefen hinabgehen, sondern schwimmend die mittleren Zwischenschichten des Meeres bewohnen. Er betont ausdrücklich, daß es durchaus wün-

schenswert, ja notwendig sei, bevor man die relative bathymetrische Verbreitung der Krustentiere bestimmen könne, den Ozean in verschiedenen Tiefen zu durchfischen, ohne daß man Gefahr laufen muß, Formen aus andern als den bestimmten und gewünschten Tiefen beim Herausholen der Netze mit zu fangen. Wir haben weiter oben gesehen, daß man jetzt angefangen hat, geeignete, diese Gefahr ausschließende Netze zu konstruieren. Was aber speziell die Arten von *Nematocarcinus* betrifft, so scheinen sie sich doch, wie Agassiz mit Recht bemerkt, auf ein Leben am Boden angepaßt zu haben. Verschiedene Arten (z. B. N.

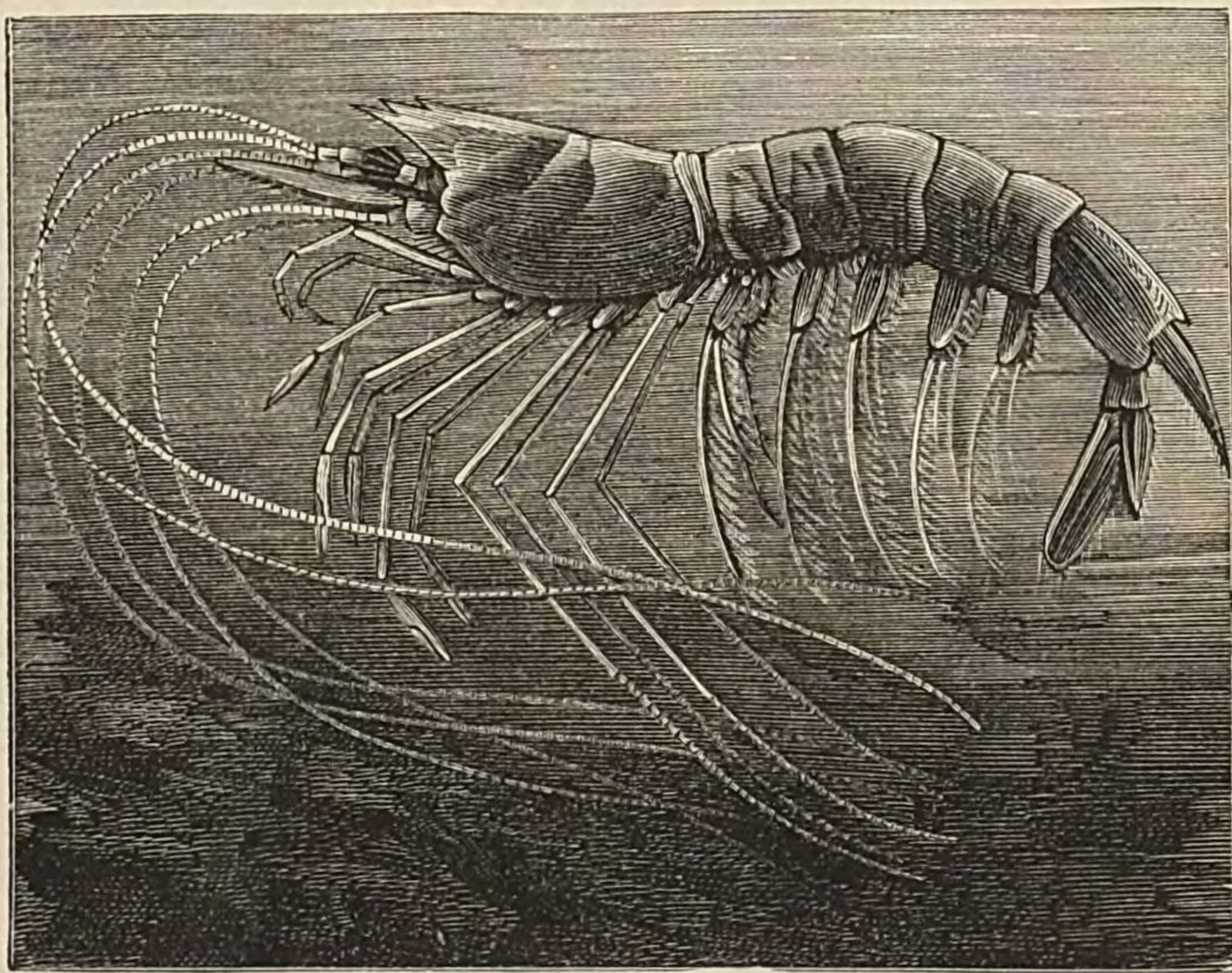


Fig. 91. *Hapalopoda investigator*, aus 1040 Faden Tiefe. Nat. Gr.

gracilipes Fig. 90) wurden nach der Challenger-Expedition sowohl von den Franzosen bei 470 Faden als von A. Agassiz in den westindischen Gewässern bei 500—1400 Faden gedredht. Die Tiere haben außerordentlich große, zarte Antennen von drei bis vierfacher Körperlänge und die teilweise mehr als körperlängen Beine sind am Fußende mit Büscheln feiner Borsten besetzt. So beherrscht das Tier, wenn es auf seinen Beinen ruht, eine bedeutende Fläche, auf welche seine Last sich verteilt. Ist nun der Boden weicher Schlamm, so wird es viel weniger Gefahr laufen einzusinken, als wenn es kurze, nahe bei einander stehende Beine hätte, und

die Endbüschel mögen auch das Ihrige dazu beitragen, ein solches Einklinken zu verringern. Die gewaltigen Antennen werden die von etwa



Fig. 92. Galathodes Antonii.

sich nahenden Feinden herrührenden Erschütterungen des Wassers aus relativ bedeutender Entfernung wahrnehmen und die Tiere zeitig genug

warnen, daß sie sich in Sicherheit bringen können. Auch *Hapalopoda investigator* (Fig. 91) aus 1040 Faden besitzt mächtig entwickelte Antennen und seine drei hintersten Gehbeinpaare sind bedeutend verlängert, laufen aber, anstatt mit Borsten besetzt zu sein, in eine Reihe feiner Glieder, wie sie ähnlich die Antennen zusammensetzen, aus. Der prächtige, durchsichtige von Chun im Mittelmeer bei 440 bis 650 Faden mit dem Schließnetz gefangene *Sergestes magnificus* hat bei einer Körperlänge von 38 mm äußere Antennen, die 115 mm messen, und dieselben sind, offenbar zur Vermehrung des Empfindungsvermögens in der untern Hälfte mit zarten Borsten an beiden Seiten besetzt, welche ihrerseits wieder äußerst zarte Wimperchen tragen.

Die zehnfüßigen Krebse mit mittellangem Schwanze (*Anomuren*) finden sich bis gegen 2400 Faden Tiefe und die Galatheen und Bernhardkrebse (*Paguriden*) gehen am tiefsten. Bei den abyssischen Formen der ersteren Familie sind nach den Beobachtungen von J. R. Henderfon die Augen fast ausnahmslos ohne Pigment und offenbar leistungsunfähig, unter Umständen ist sogar der Augentiel zu einem Dorn verlängert, an dessen Ende nur noch ein Rest der gewölbten Hornhaut sich befindet. *Galathodes Antonii* (Fig. 92), welche während der Expedition des *Talisman* bei 2400 Faden gefunden wurde, hat gleichfalls atrophierte Augen, aber dafür als Sitz stellvertretender Tastorgane bedeutend vergrößerte Antennen. Eine verwandte bei 510 Faden gefangene Form (*Pachygaster formosus*, Fig. 93) hat hingegen wohl entwickelte Augen, aber kurze Antennen. Ihr erstes Beinpaar ist außerordentlich verlängert, und sie wird jedenfalls mittels derselben in Felslöchern oder im Schlamme nach Beute herumstochern und wühlen.

Die Tieffee hat während der verschiedenen Expeditionen eine Reihe ganz besonders interessanter neuer Thatfachen aus der Naturgeschichte der Bernhardkrebse geliefert. Zunächst konnte konstatiert werden, daß der eigentümliche symbiotische Prozeß, der, wie früher erwähnt, zwischen Seeanemonen und *Paguriden* herrscht, mit diesen beiden so verschiedenen Tiergruppen in der Tieffee noch bis über 3000 Faden stattfindet, wo *Pagurus abyssorum* (Fig. 94) gefunden wurde.

Die meisten Eremitkrebse leben bekanntlich in den hinterlassenen
Marshall, Die Tieffee und ihr Leben.

Gehäufen abgestorbener Schnecken, in welche sie mit dem Hinterende voran hineinschlüpfen. Infolge dieser Gewohnheit sind mit ihrem Körper

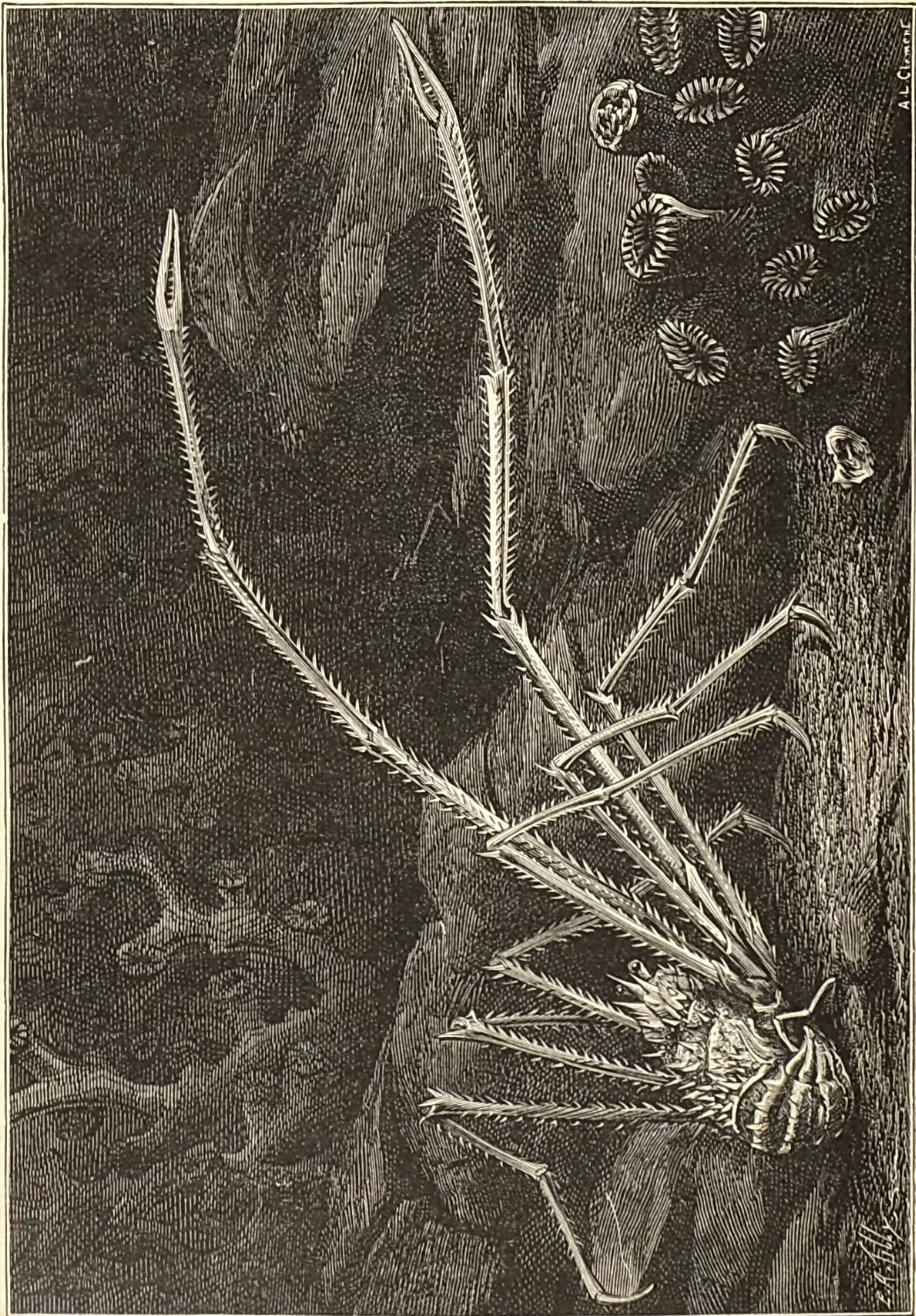


Fig. 93. *Pachygaster formosus*.

allerlei seltsame Veränderungen vor sich gegangen. Zunächst ist derselbe asymmetrisch geworden, indem der runde Hinterleib entsprechend der

spiraligen Windung des Schneckenhauses seitwärts gekrümmt ist. Meist zeigen auch die Scheren eine ungleichartige Entwicklung und das Tier benutzt, wenn es beunruhigt sich so tief als möglich in seine Wohnung zurückzieht, die stärkere als eine Art Hausthür, mittels welcher es, indem es das Scherenende quer vorlegt, den Eingang verschließt. Am Hinterleibe haben sich die Endflossen, oft auch die seitlichen kleinen Anhänge der Segmente zu schräg nach außen gekrümmten Haken verändert, mittels welcher der Krebs sich in dem Gewinde der Schnecken- schale vortrefflich festzuhalten versteht, sodaß man ihn unter Umständen eher in Stücke zerreißt, als unverletzt aus den Gehäuse herausziehen kann. Infolge der Gewohnheit, ein festes fremdes Gebilde als Rock um sich zu tragen, ist bei ihnen der eigene Panzer im Laufe der Generationen sozu-

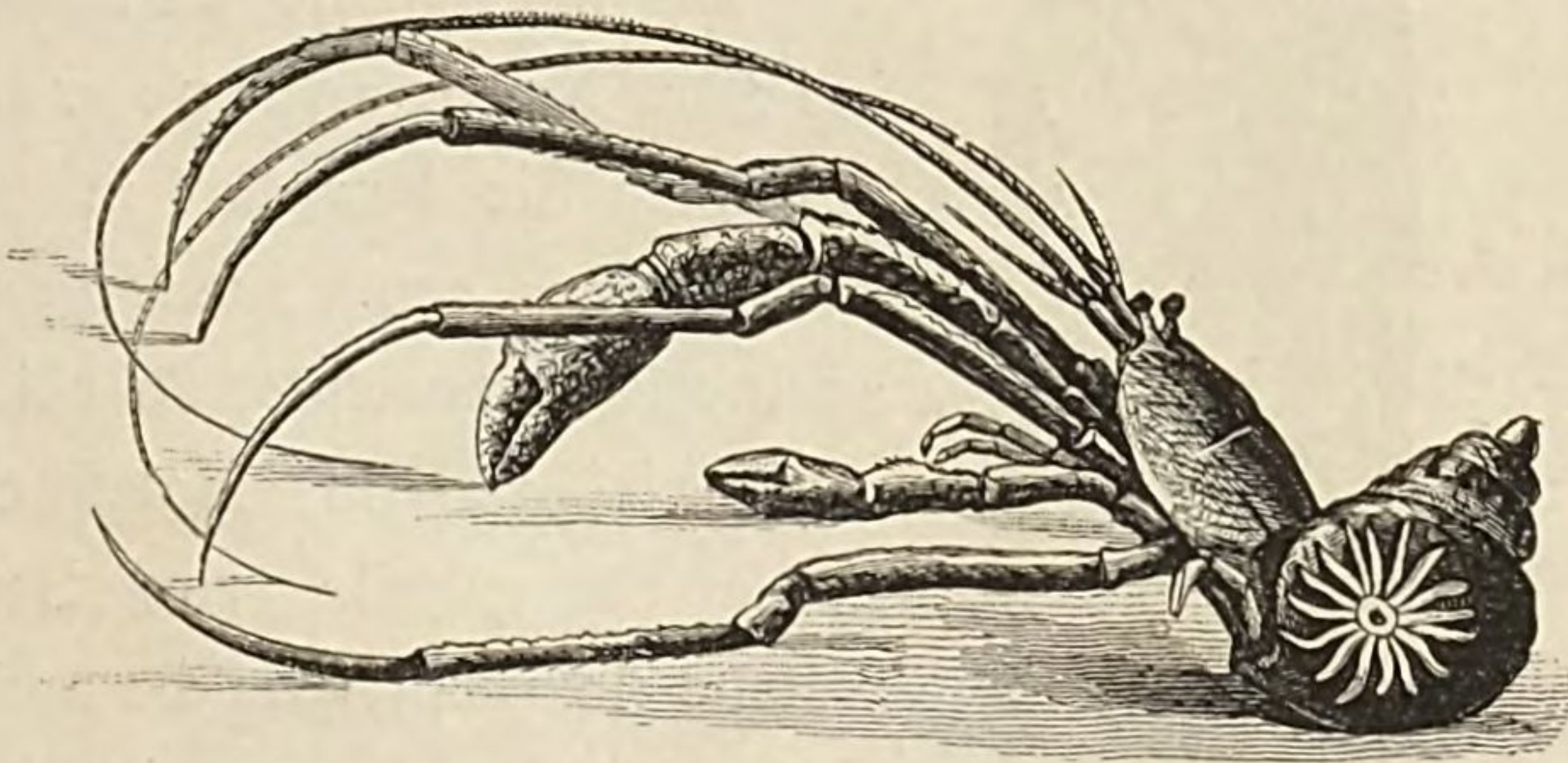


Fig. 94. *Pagurus abyssorum*.

sagen außer Übung gekommen, — die ursprünglich feste eigene Körperbedeckung ist weichhäutig geworden.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Paguriden von symmetrischen Ahnen abstammen und wir wissen, daß sie unter Umständen wieder zur Symmetrie zurückkehren können. Solche Umstände finden sich aber auf dem Boden der Tiefsee. Hier sind die Schalen abgestorbener Schnecken eine so große Seltenheit, daß unsere Krebse, wenn sie dort überhaupt haufen wollen, gezwungen sind, ihre Lebensgewohnheiten mehr oder weniger zu ändern. Das haben sie in verschiedener Art gethan. Die einen haben sich an ein freies Leben zurück angepaßt und das dürfte der Fall bei der von Challenger im südlichen stillen Ozean bei 2375 Faden Tiefe aufgefundenen *Tylaspis anomala* sein, die ein

festes Brustschild erhalten hat und deren Hinterleib, wenn er auch nicht fest bepanzert ist, so doch dadurch weit geschützter erscheint, daß er sich ganz außerordentlich verkürzt hat, dabei ist er völlig unsegmentiert und seine Endanhänge sind wohl entwickelt und symmetrisch. In den westindischen Gewässern entdeckte der Blake eine andere Form (*Pylocheles Agassizii*), welche, wahrscheinlich selbstverfertigte, gerade Röhren in Klumpen zusammengebackenen Sandes bewohnte und dieselben ganz ausfüllte und nach Art der gewöhnlichen Bernhardkrebse vorn mit ihren

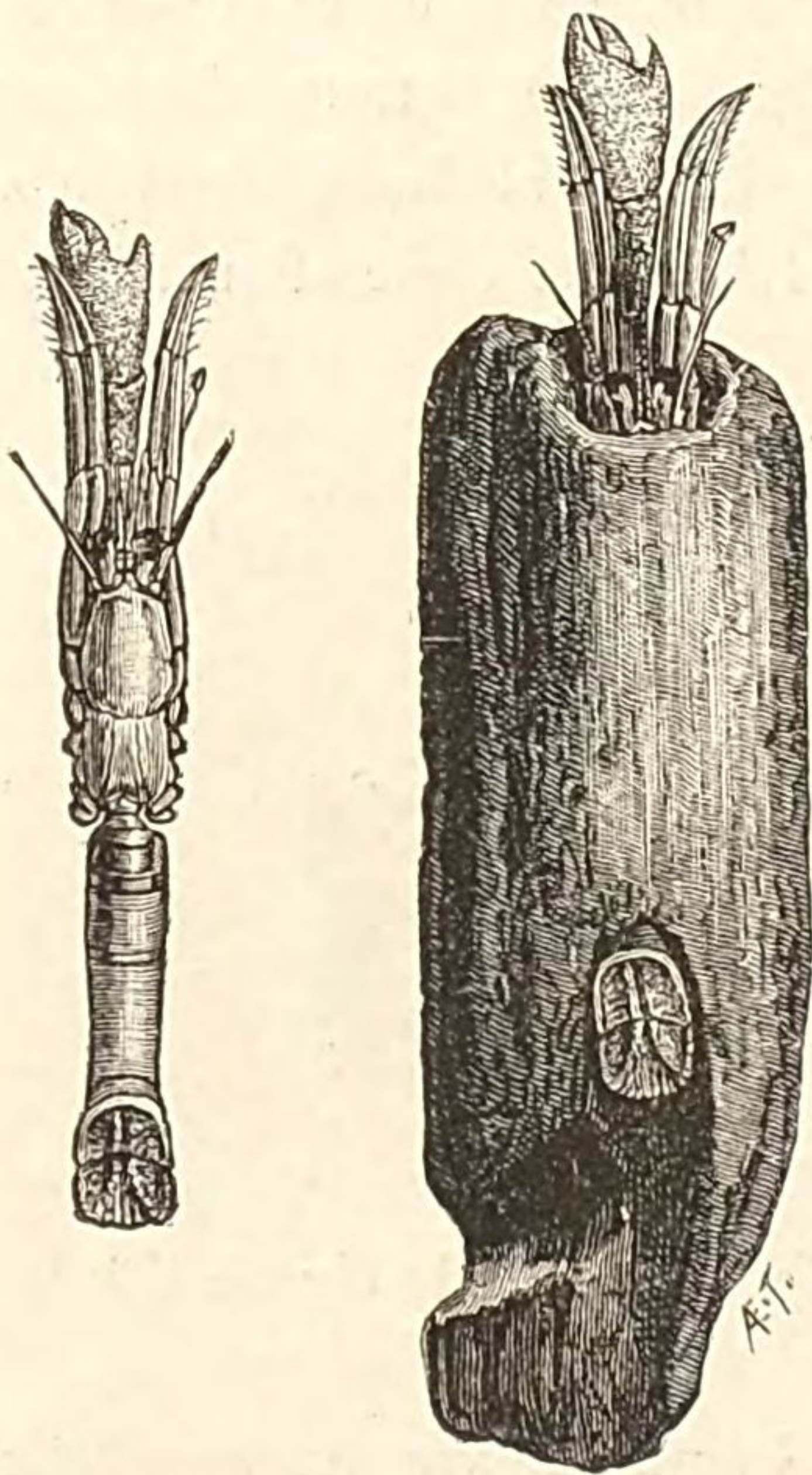
Scheeren verschloß. Infolge der geraden Richtung der Wohnung aber, war der Hinterleib völlig symmetrisch entwickelt.

Die interessanteste Paguridenart ist indessen *Xylopagurus rectus* (Figur 95). Sie bewohnt in einer Tiefe von 300 bis 400 Faden gerade, wohl auch selbst angelegte, an beiden Enden offene Röhren in Holzstücken oder hohle Stengelteile von Bambus, in welche sie nicht, wie die andern Paguriden, mit dem Hinterteile, sondern mit dem Kopf voran hineinschlüpft. Ihr geschützter Leib ist symmetrisch, aber infolge der Wohnstätte weichhäutig bis auf das hinterste Ende. Dieses ist in der Röhre von hintenher etwaigen

Fig. 95. *Xylopagurus rectus*, rechts in feinem Holzköcher, links frei.

Feinden erreichbar, um aber fatalen Eventualitäten zu entgehen, ist es verbreitert und mit festen Platten gepanzert.

Die den Krabben am nächsten stehende Familie der Anomuren ist die der Lithodiden, welche gleichfalls auffallende Vertreter in der Tiefseefauna hat. Da ist zunächst die vom Blake aufgefundene, in Tiefen von 450 bis 800 Faden vorkommende *Lithodes Agassizii*, ein Geschöpf von relativ gigantischen Verhältnissen, da sein Rückenschild 7 Zoll lang und 6 Zoll breit ist. Die ganze Oberseite des Tieres bis auf die Glied-



maßen ist nach Agaffiz bedeckt mit nadelartigen Dornen von folcher Schärfe, daß sehr große Vorsicht beim Anfassen der toten Exem-

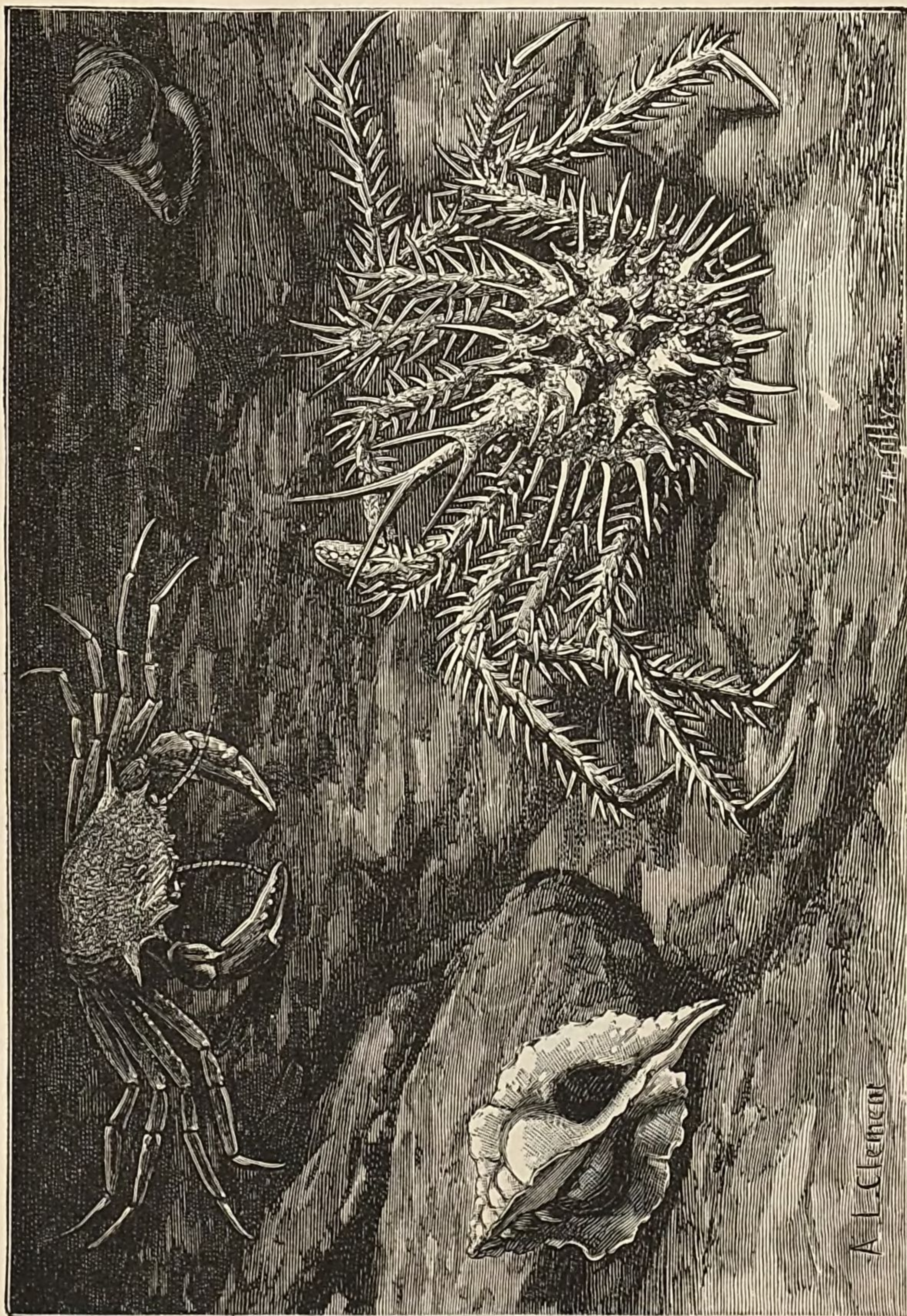


Fig. 96. *Lithodes ferox*.

plare nötig ist, wenn man nicht blutige Verletzungen der Hand davon tragen will. „Wenn man“, bemerkt Agaffiz, „die bekannte Rauflust der

Krabben berücksichtigt, so muß dieses Tier unter seinen Klassengenossen ein furchtbarer Feind sein“. Auch die Franzosen machten auf der Talisman-Reise die Erfahrung, daß man sich an einer anderen Art (*Lithodes ferox*, Fig. 96) aus ca. 500 Faden Tiefe bei leichtsinniger Berührung jämmerlich die Finger zerstäche.

Eine weit harmlosere, nur mit Borsten dicht bedeckte, verwandte Art (*Dicranodromia Mahyeuxii*, Fig. 97) von geringer Größe findet sich im mittelländischen Meere und in den nördlichen Teilen des westlichen atlantischen Ozeans.

Die zahlreichste Familie der zehnfüßigen Krebse, die der kurzschwänzigen oder Krabben (*Brachyura*) zählt nur sehr wenig Arten

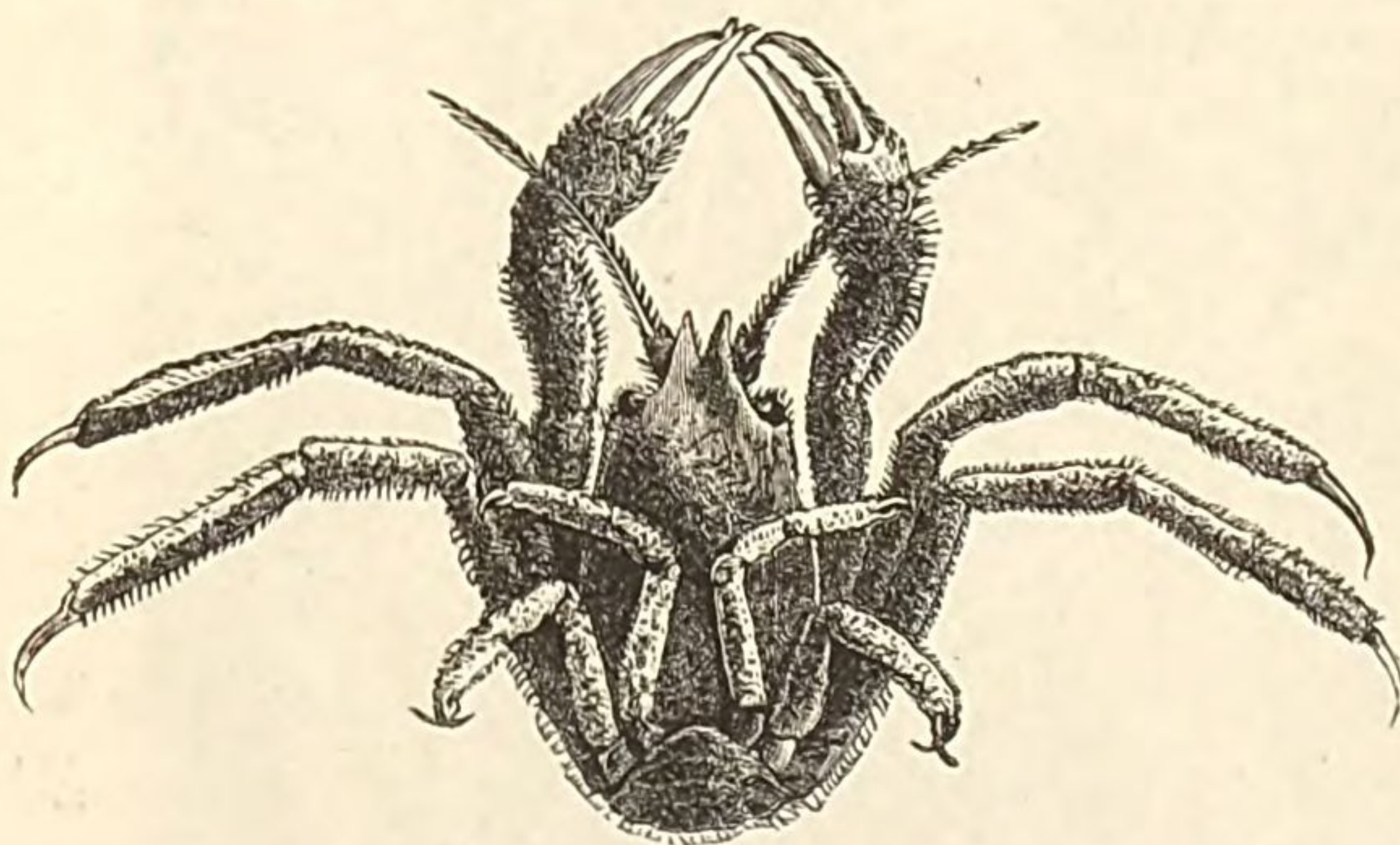


Fig. 97. *Dicranodromia Mahyeuxii* aus der Bai von Biscaya, 650 Faden, $\frac{3}{1}$ nat. Grösse.

in der Tieffee, und auch diese erreichen keine sehr bedeutende Tiefe. Die Krabben sind der modernste Zweig des Dekapodenstammes, der sich in seiner Gestalt, abgesehen von einzelnen mit Ruderfüßenausgestatteten Schwimmformen, hauptsächlich

an ein Leben unmittelbar an den Küsten angepaßt hat, welche er namentlich unter den Tropen in zahlreichen Arten und Individuen bevölkert.

Die Zahlen der Spezies, welche die Challenger-Expedition auffand, sind nach ihrer bathymetrischen Verteilung vom höchsten Interesse. Es fanden sich

zwischen	0	und	20 Faden	190
„	20	„	100	„ 71
„	100	„	200	„ 28
„	200	„	500	„ 21
„	500	„	1000	„ 3
„	1000	„	2000	„ 2

Bei 345 Faden kam an der japanischen Küste die bekannte Riefenkrabbe (*Macrocheira Kämpferi*) vor, ein Koloß, der von Scheren spitze zu Scheren spitze bis zu 3 m klabtern kann.

Die größte Tiefe wird von einigen *Ethusa*-Arten erreicht, über deren nach und nach mit zunehmender Tiefe auftretende Entartung der Augen wir früher schon zu sprechen Gelegenheit hatten. Etwas Ähnliches scheint bei einer von A. Milne Edwards unter dem Namen *Bathyplox typhlus* beschriebenen Form vorzukommen, welche vom Challenger bei 400 Faden mit kleinen Augenstielen, welche am Ende eine besondere kleine Hornhaut hatten, gedredht und von Miers als Varietät *oculiferus* beschrieben wurde. Unsere Fig. 98 zeigt uns drei Arten von Tiefseekrabben: im Vordergrunde *Amathia* (*Scyramathia*) *Carpenteri*, welche auf der Porcupine-Expedition bei 385 Faden gefangen wurde, ausgezeichnet durch einen gablig in zwei spitze Hörner auslaufenden Stirnfortsatz. Ihm nahe verwandt ist der im Hintergrunde des Bildes, rechts an der Erde sitzende *Ergasticus Clouei*. Links oben kommt ein anderes Beutestück des Porcupine angekrochen, der zierliche *Dorynchus* (*Lyspognathus*) *Thomsoni*. Später wurde diese letztere Art auch vom Talisman an der marokkanischen Küste bei Tiefen von 330 bis 660 Faden beobachtet, und der Challenger fand sie an der Spitze Südafrikas, ja bis Sydney hinunter.

Die Klasse der Spinntiere ist in der Tiefsee durch eine kleine, aber sehr originelle Ordnung, durch die Krabbenspinnen (*Pycnogoniden*) vertreten.

Die *Pycnogoniden* haben einen kleinen Körper, der aus einem vierringligen Kopfbruststück besteht, aber nur ein ganz rudimentäres Abdomen besitzt. Am Maule findet sich ein kegelförmiger Rüssel. Die größte Masse ihres Leibes besteht aus Beinen, weshalb man ihnen auch den Namen „Pantopoden“, d. h. Geschöpfe, an denen alles Bein ist, gegeben hat. Es sind langsame, gravitatisch sich bewegende Tiere von meist geringer Größe mit 4 Paar sehr langer, schlanker eigentlicher und einem Paar accessorischer Beine.

Während die früher ausschließlich gekannten Formen des leichten

Wassers nur klein find, haben wir durch die modernen Tieffseeforschungen wahre Riesen kennen gelernt, so von der Westküste Nordamerikas aus

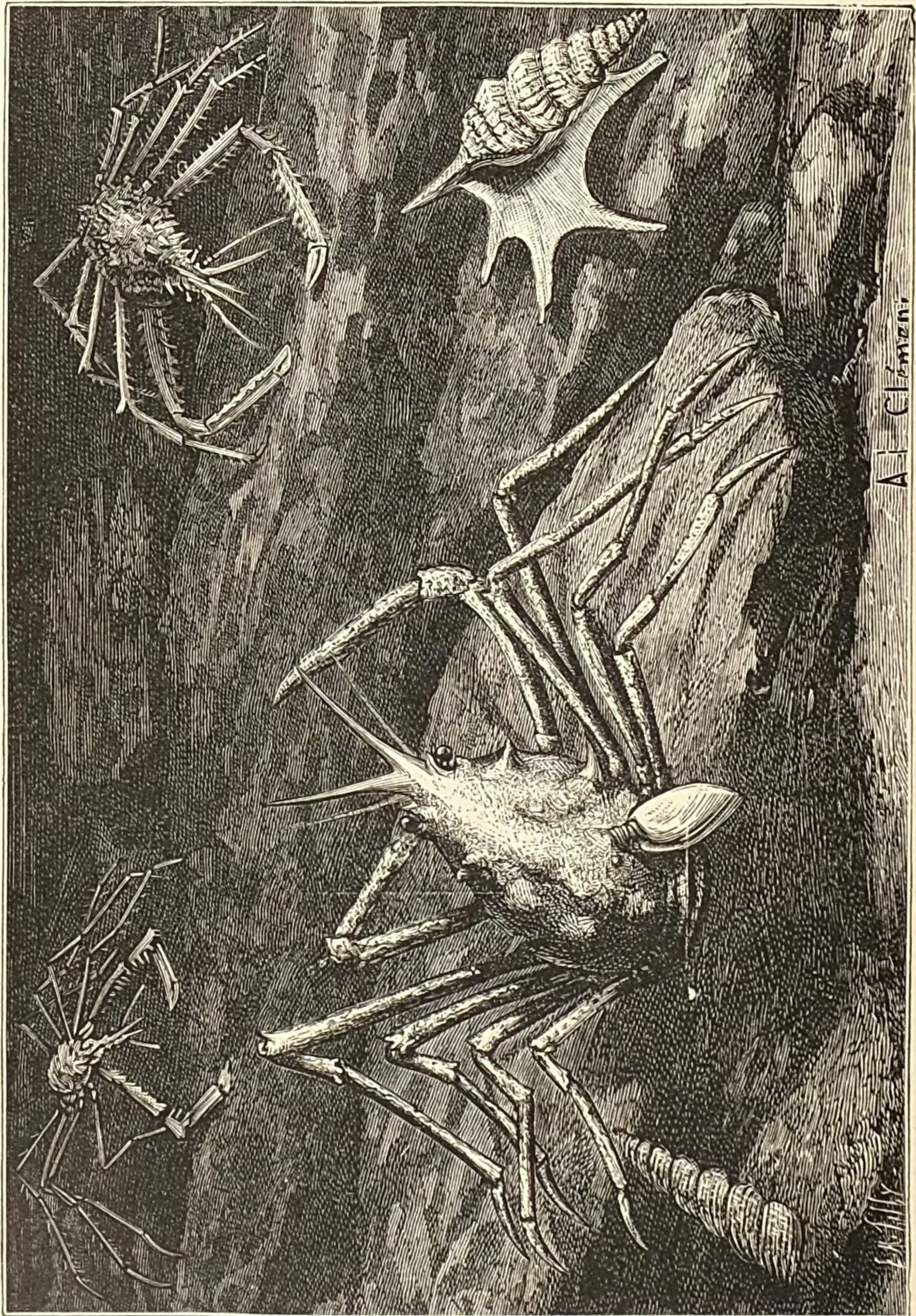


Fig. 98. Links vorn Scyramathia Carpanteri mit einer angehefteten Lepadide auf dem Rücken, im Hintergrunde rechts Ergasticus Clouei, links Lysopagnathus Thomsoni.

einer Tiefe von 500 bis 1500 Faden Colossendeis colossea, bei der die Spitzen des vierten Beinpaars fast zwei Fuß auseinanderliegen,

während freilich der eigentliche Körper nur wenige Millimeter breit ist. Auch die Franzosen entdeckten auf der Reife des Talisman ansehnliche

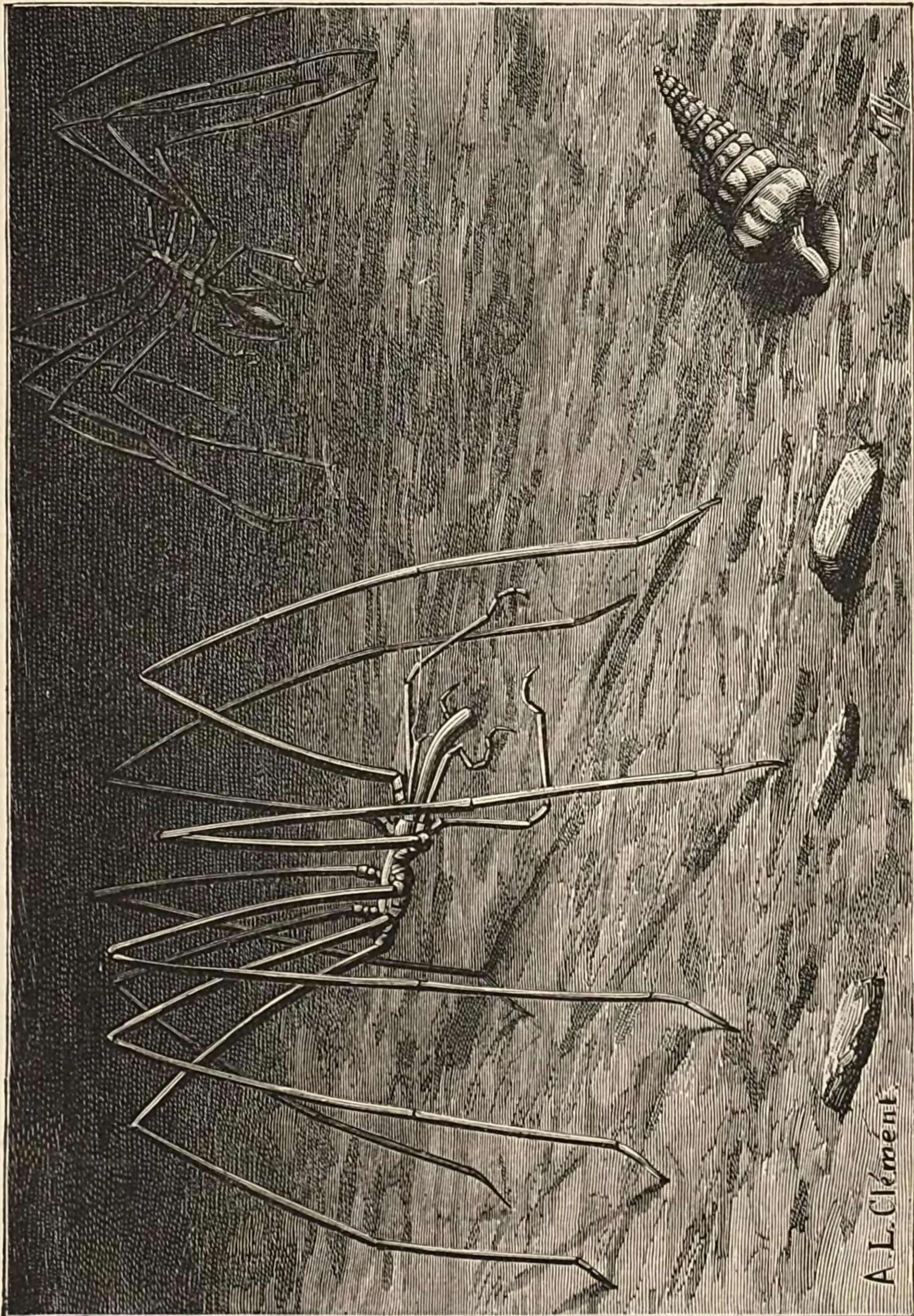


Fig. 99. *Colossendeis arcuata*, 820 Faden Tiefe

Formen, wie z. B. *Colossendeis arcuata* (Fig. 99) in einer Tiefe von 820 Faden. Mit ihren langen Beinen werden die Tiere ähnlich stehend

umherwandern wie unsere gewöhnlichen Wandkanker oder Weberknechte und wie es in unserer Figur abgebildet ist.

Nach Hoek beträgt die Zahl der Arten des von ihm bearbeiteten Challenger-Materials 42, von denen 33 neu waren, resp. zu gleicher Zeit mit ihm von dem amerikanischen Professor E. B. Wilson nach Exemplaren von der Westküste der Vereinigten Staaten beschrieben wurden. Hoek konstatiert, daß die Tiefseefauna wohl eigene Spezies, aber keine eigenen Gattungen enthält. Es verteilen sich in verschiedenen Regionen der Tiefsee die Arten folgendermaßen:

500 bis 1000 Faden 8 Arten			
1000	„	1500	„ 8 „
1500	„	2000	„ 8 „
2000	„	2650	„ 4 „

Manche Spezies haben eine große vertikale Verbreitung, z. B. *Colossendeis leptorhynchus* von 400 bis 1600 Faden; sie ist daher in der Tabelle dreimal mitgerechnet. Im allgemeinen scheinen auch die Pycnogoniden dem sehr häufig sich geltend machenden Gesetze zu folgen, daß nämlich Arten von Seetieren, abgesehen natürlich von rein pelagischen, die eine weite horizontale Verbreitung haben, auch in vertikaler Richtung in sehr verschiedenen Tiefen gefunden werden.

Was die Färbung der Gliedertiere der Tiefsee angeht, so scheint unter den Dekapoden die rote, braune und violette von Hellrosa bis tief Anilinviolett und Dunkelbraun vorzuherrschen, wie überhaupt auch für die in feichterem Wasser, in süßem und auf dem Lande lebenden Formen Rot die eigentliche Grundfarbe ist, welche im Leben durch eigenartige, grüne, blaue bis schwarze Pigmente maskiert wird, nach dem Tode aber bekanntlich hervortritt. Daneben finden sich und namentlich unter den niederen Krebsen weißlichgelbe bis durchsichtige Formen. Lebhaft Zeichnungen, wie sie besonders die Krabben in feichtem Wasser oft so überaus bunt erscheinen lassen, dürften bei den Tiefseekrustaceen sehr selten zu finden sein. Die Pycnogoniden sind gelb bis braun, am dunkelsten ist *Nymphon fuscum*.

Zehntes Kapitel.

Die Mollusken und Tunicaten.

Die Mollusken oder Weichtiere haben einen weichen Leib ohne inneres Skelett, an welchem äußerlich fast immer jede Spur einer metameren Gliederung verwischt ist und wo ja eine solche, wie bei den Käferschnecken oder Chitonen, auftritt, dürfte sie wohl das Resultat einer neuen Anpassung, aber nichts von gegliederten Vorfahren Ererbtes sein. Auch in der inneren Organisation lassen sich, was G. Cattaneo versucht hat, die Reste einer alten Segmentierung doch nur schwer und gezwungen nachweisen. Auch die ursprünglich typische bilaterale Symmetrie schwindet häufig durch sekundäre Anpassungen. Am Körper der Weichtiere finden sich niemals gegliederte Fortsätze, aber die Wandung des Körperschlauches bildet auf der Bauchseite eine muskulöse Verdickung, den Fuß, oberhalb dessen sich meist um den Sack der Eingeweide herum eine Hautduplikatur, der Mantel, entwickelt. Dieser scheidet in der Regel auf der Oberfläche eine einfache kegelförmige, aber fast immer spiralg aufgerollte oder eine doppelte, bewegliche, zweiklappige Schale ab.

Die große Schar der Weichtiere wird in vier Klassen eingeteilt: in die der Muscheln oder Lamellibranchiaten, Zahnschnecken oder Scaphopoden, Bauchfüßer oder Gastropoden und in die der Kopffüßer oder Cephalopoden.

Die Muscheln (Lamellibranchiata) sind wenigstens äußerlich meist streng bilateral-symmetrisch, seitlich zusammengedrückt, haben keinen Kopf, keine besonders differenzierten Kau- und Freßwerkzeuge. Ihr Mantel zerlegt sich in zwei seitliche Hälften, deren jede eine auf dem Rücken durch Bandmasse, oft auch durch eine Art Charnier (Schloß) mit ihrem Pendant verbundene Schale absondert. Der Fuß ist nicht abgeflacht, sondern hat meist einen scharfen medianen, etwas nach vorn ausgezogenen Rand und etwa die Gestalt eines Beiles.

Noch 1873 schrieb Wyville Thomson von den Lamellibranchiaten der Tiefsee: „Über diese Gruppe wissen wir bis jetzt nur sehr wenig. Wie die Echinodermen scheinen sie besonderer Art (special) zu sein und eine weite Verbreitung zu haben.“ Nun, ein Teil dieser Ver-

mutung hat sich leider nicht bewahrheitet, die Muschelfauna der Tieffee ist nichts weniger als außerordentlich und zeigt keine wesentlichen speziellen Eigentümlichkeiten. Edgar A. Smith, der Bearbeiter des einschlagenden vom Challenger eingeheimsten Materials, bemerkt, dieses Material habe keineswegs den Erwartungen, die man mit Rücksicht auf seine wahrscheinliche Qualität und Quantität von vornherein haben zu dürfen glaubte, entsprochen. Selbst unter den wenigen, in Tiefen von mehr als 2000 Faden gedredhten Formen konnte er keine finden, die er nicht auch bei 200 Faden und weniger Tiefe erwartet hätte, bloß ein einziges neues Genus war unter den gegen fünfhundert zählenden Arten.

Wenn man diese Dürftigkeit mit dem Reichtume der Tieffee an zum Teil so sehr originellen Radiolarien, Foraminiferen, Spongien, Echinodermen, Krebsen, Fischen u. s. w. vergleicht, so ist sie auffallend genug, hat aber ihre natürlichen Ursachen, von denen die folgenden einige sein mögen: in erster Linie die Kalkarmut der größten ozeanischen Tiefen. Wie dieselbe die Korallen nötigt, ihre Schalen, nach dem früher Mitgeteilten, mit einem möglichst geringen Aufwande von Material herzustellen, die Kalkschwämme nicht aufkommen läßt und den Foraminiferen Sandgehäuse angezüchtet hat, so zwingt sie auch die Mollusken mit teilweise äußerst zarten, wie Glimmerblättchen dünnen Schalen zufrieden zu sein, was, wie scheint, bei weitem die wenigsten vermögen. Dann fehlt es in den ungeheuer tiefen Gründen, welche der Globigerinen- und Radiolarienschlick oder der rote Thon alle schroffen Untiefen ausgleichend mit einer gleichmäßigen Decke überzieht, an Felsen und Gestein, auf und an welchen sich sessile Arten, wie die Auster, Anomien, Tridacnen u. a. m. niederlassen könnten, und wir sehen in der That, daß, wie Agassiz hervorhebt, die Gattungen mit verhältnismäßig freier Beweglichkeit vorherrschend sind. Auch mag die entsprechende Nahrung für diese Tiere in jenen Tiefen nicht in genügender Menge vorhanden sein, denn wenn auch die Lamellibranchiaten von allerlei organischem Detritus sich ernähren, wie die Spongien, Crinoiden, Holothurien und manche Ringelwürmer, so ist damit noch lange nicht gesagt, daß dieselbe Art von Detritus nun auch allen diesen Tierformen mundgerecht ist. Mit den mißlichen Existenzbedingungen mag es wohl

auch zusammenhängen, daß die Muscheln, umgekehrt wie die Affeln, mit zunehmender Tiefe immer kleiner werden.

Die folgende Liste, in welcher ich die Verbreitung der vom Challenger gesammelten Formen nach den Tiefen zusammengestellt habe, scheint mir recht lehrreich zu sein.

Überficht der vertikalen Verbreitung der vom Challenger gesammelte Lamellibranchiaten.

Namen der Familien	Tiefen in Faden						Namen der abyssischen Gattungen
	0 500	500 1000	1000 1500	1500 2000	2000 3000		
Pholadidae	4	—	—	—	—		
Myidae	32	7	—	2	1		Neaera von 150 bis 2900. Meiste Arten abyssisch.
Anatinidae	17	1	—	4	—		Lyonsiella und Silenia bis 1900.
Saxicolidae	8	2	—	—	—		
Scrobicularidae	8	1	1	—	1		Semele profundorum 2900.
Tellinidae	31	—	—	—	—		Meist bis 20, eine bis 450.
Donacidae	3	—	—	—	—		
Veneridae	57	1	—	—	—		Meist bis 20, 5 bis 450, Venus mesodesma 1000.
Isocardidae	—	—	1	—	2		Callocardia atlantica 1000, Adamsii 2450, pacifica 2900.
Cardidae	16	—	—	—	—		
Verticordidae	4	—	1	1	—		Verticordia tornata 1800.
Tridacnidae	34	1	1	1	—		Cryptodon Moseleyi 1900.
Ungulidae	9	—	—	—	—		
Kellidae	10	1	—	—	—		
Solemyidae	1	—	—	—	—		
Astartidae	17	—	—	—	—		
Crassatellidae	4	—	—	—	—		
Trigoniidae	33	8	1	2	6		Nuculabis 2050, Sarepta 2385, Malletia 2550, Goldia 2900 Leda 2950.
Arcidae	35	2	2	2	6		Arca von 2 bis 2900 Faden.
Juliidae	1	—	—	—	—		
Mytilidae	23	2	1	1	—		Modiolaria von 2 bis 1672.
Pinnidae	1	—	—	—	—		
Aviculidae	6	—	—	—	—		
Spondylidae	5	—	—	—	—		
Limidae	13	2	1	—	1		Lima von 2 bis 2500.
Pectinidae	33	4	3	1	—		Pecten von 2 bis 1400, Amussium 1800.
Ostreidae	1	—	—	—	—		
Anomiidae	2	—	—	—	—		

Es haben also alle gefundenen 28 Familien zwischen der Gezeitenlinie und 500 Faden Vertreter und zwar die meisten zahlreiche, und diese selbst finden sich innerhalb dieser Zonen wieder in einer mit den Tiefen abnehmenden Menge: bei ungefähr 20, 35, 100 Faden sind Grenzen der Verbreitung. Zwischen 500 und 1000 Faden treten nur noch 12, zwischen 1001 und 1500 sowie zwischen 1501 und 2000 je 8, und zwischen 2000 und 3000 Faden nur noch 5 Familien auf.

Mancherlei Interessantes bieten die Verhältnisse der Verbreitung der Tieffeemuscheln in der horizontalen Richtung. Einige haben ein merkwürdig großes Gebiet des Vorkommens: so wurde *Limopsis pelagica* in der Mitte des atlantischen Ozeans bei 1850 und an der japanischen Küste bei 345 Faden gefunden, *Semele profundorum* ist bei den Kanaren in einer Tiefe von 1125 und im mittleren nördlichen stillen Ozean von 2900 Faden vertreten. *Kellia suborbicularis* wird an der englischen Küste und in der Nähe von Kerguelenland beobachtet, *Arca pteroessa* bei den Azoren, in Westindien und in der Mitte des nördlichen stillen Ozeans.

Die Ansicht, daß Tierformen, welche in arktischen Gegenden in geringeren Tiefen des Meeres haufen, nach Süden hin entsprechend den Temperaturverhältnissen tiefer und tiefer gehen, scheint bei manchen Tieffee-Lamellibranchiaten Bestätigung zu finden, so z. B. bei *Lima subovata*, welche zwischen den Faröer und Shetland bei 125, von den Faröer bis zu den Hebriden bei 522, an der Westküste Irlands bei 664 bis 1443 Faden vorkommt und bei den Azoren nicht oberhalb 1000 Faden gefunden wurde. Bei vielen anderen liegt aber die Sache merkwürdig anders. *Amussium lucidum* wurde westlich von Irland bei 1450, bei den Azoren bei 1000 und im Golf von Mexiko bei 156 Faden gedredht. *Leda pusio* bewohnt im nordatlantischen Ozean die Meerestiefen zwischen 1180 und 1750, in der Bai von Biscaya aber zwischen 257 und 994 Faden, *Leda pustulosa* wurde in den nördlichen Gewässern bei 220 bis 1420, aber gleichfalls in der Bai von Biscaya bei 202 bis 740 Faden beobachtet und *Dacrydium vitreum*, das im atlantischen Ozean von 164 bis 1095 Faden vorkommt, findet sich im Mittelmeere zwischen 30 und 60 Faden. In der Verbreitung von *Malletia cunneata* können wir

fogar feststellen, daß umgekehrt die tiefste Stelle des bekannten Vorkommens (Davis-Straße 1750 Faden), die nördlichste, die des höchsten (Bai von Biscaya 718 bis 1095 Faden) die südlichste ist und bei Irland findet sie sich, ziemlich genau entsprechend ihrer Entfernung von diesen Punkten zwischen 1215 und 1443 Faden. Manche Formen, welche jetzt der Tiefe des atlantischen Ozeans angehören (*Leda pusio*, *pustulosa*, *excisia* u. a. m.) werden fossil in den obersten tertiären und in den quaternären Schichten Italiens und Siziliens beobachtet.

Alle diese Thatfachen scheinen mir für eine Theorie Wyville Thomfons, die er gegen die Ansichten von Gweyn Jeffreys vertritt, recht wohl zu sprechen. Dieser hervorragende Conchyliologe nimmt an, die Molluskenfauna des tieferen atlantischen Ozeans entlang der europäischen Westküste sei nördlichen Ursprungs und gewissermaßen im langsamen Vordringen begriffen, wobei einige Formen bereits ihren Weg in das mittelländische Meer gefunden hätten. Er betont namentlich auch, daß dieselben Arten in dem arktischen oder subarktischen flacheren Meeresteil weit zahlreicher, größer und überhaupt besser entwickelt seien als in den größeren Tiefen der südlichen Gewässer und sieht in den letzteren gewissermaßen ein Vordringen degenerierter Nachkommen der nördlichen Stammraße.

Wyville Thomson hingegen ist der nach meiner Meinung einzig richtigen Ansicht, daß diese boreale Fauna jetzt im langsamen Zurückweichen nach dem Nordpole zu begriffen sei, nachdem sie einst am Ende der Tertiärepoche während der Eiszeit eine weitgehende Invasion nach Süden gemacht hatte. Nur so ist das Vorkommen nördlicher Formen als fossil in den tertiären und quaternären Straten Italiens zu erklären. Einzelne Arten wie *Dacrydium vitreum* mögen eine schmiegsamere Natur haben und vermochten sich nach dem Rückzug der glazialen Epoche zu halten und vielleicht bietet die Bai von Biscaya innerhalb der erwähnten Tiefengrenzen den borealen Mollusken besonders günstige Lebensbedingungen. Ich habe in der mir zugänglichen Litteratur nirgends Angaben über die Temperaturverteilungen in dieser Region des atlantischen Ozeans gefunden. Die Erscheinung, daß boreale Weichtierformen des Meeres im Süden kleiner werden als im Nor-

den erklärt Wyville Thomson als die Folge davon, daß sie dort gezwungen sind, im allgemeinen in größeren Tiefen zu wohnen, wodurch,

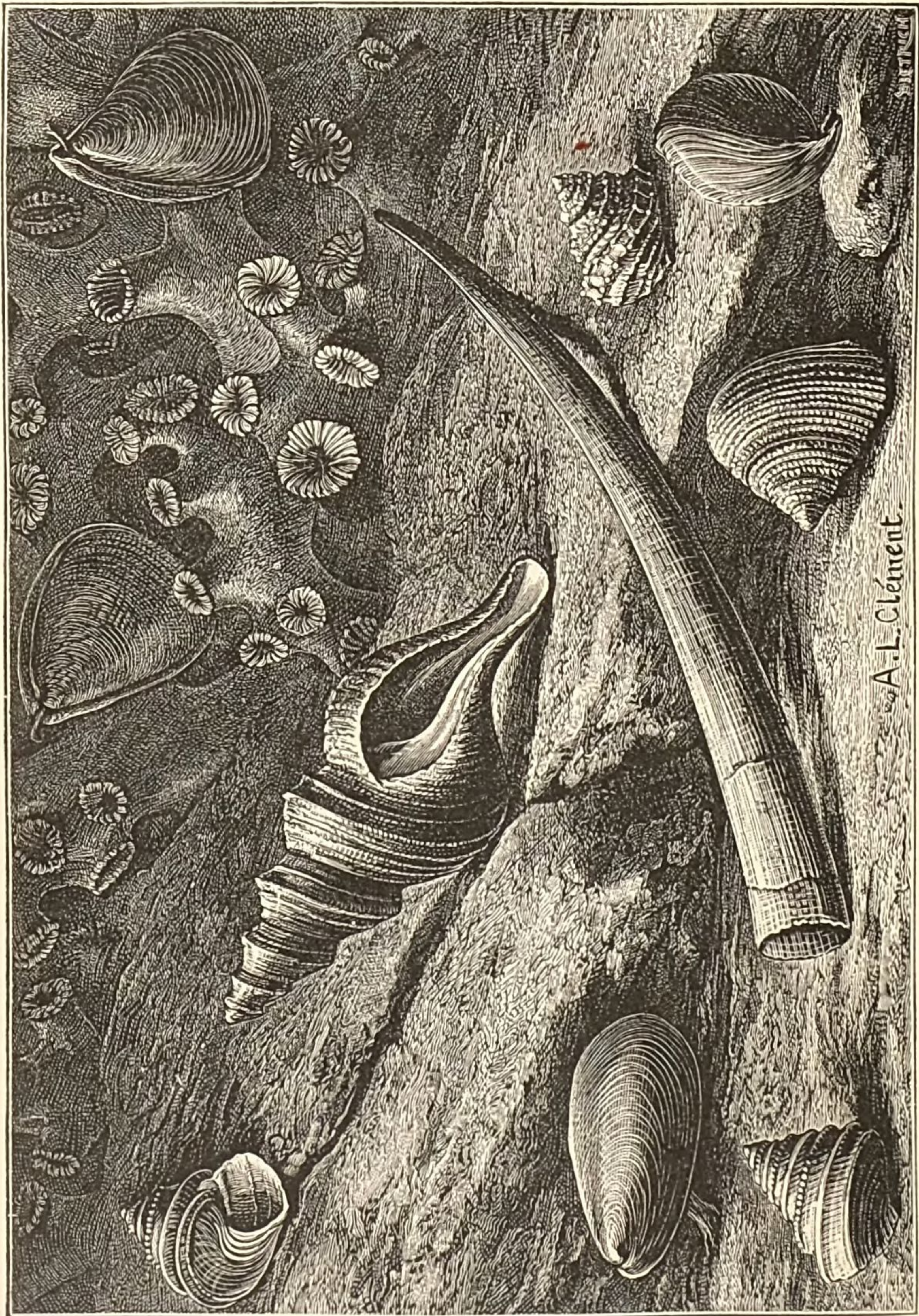


Fig. 100. Mollusken und Brachiopoden der Tiefsee, in der Mitte unten *Dentalium ergasticum*, darüber *Fusus bernicensis*, links in der Ecke unten und ebenso oben *Trochus gloria maris*, zwischen beiden eine *Modiola lutea* an ihrem Byßus festgeheftet. Rechts unter dem *Dentalium* *Ziziphinus triporcatus*. An der Koralle im Hintergrunde angeheftete *Rhynchonellascicula*.

wie wir schon hervorhoben, eine Art von Depravation der Mollusken eintritt.

Daselbe, was für die Muscheltiere gilt, gilt auch für die Schnecken, auch sie nehmen an Arten- und Individuenreichtum, an Größe und Buntheit mit der Tiefe ab. Der Challenger brachte zirka 1300 wohl unterscheidbare Arten von Gastropoden und 400 zweifelhafte mit, welche, abgesehen von den in ganz untiefem Wasser gesammelten, bei 116 Gelegenheiten oder Stationen gedredht worden waren. Unter diesem Materiale, soweit es aus der Tiefsee unterhalb 500 Faden stammt, fehlen aber so artenreiche Familien wie die Rissoiden, so große und schöne Formen wie die Cassiden, Tritoniiden, Coniden, Olividen, Harpiden u. f. w. R. Bogg Watson, welcher das von der Challenger-Expedition gesammelte Material bearbeitet hat, betont, wie das übrigens Smith auch betreffs der Lamellibranchiaten thut, die große Wahrscheinlichkeit, daß besonders aus den Grundnetzen, deren Heraufwinden so viel Zeit in Anspruch nimmt, eine bedeutende Anzahl der meist kleinen Formen aus dem Schlamme ausgewaschen werden und durch die Netzmaschen hindurchgleiten könnte. Das gilt aber, obgleich es wahr sein mag, doch auch für andere Tiergruppen, abgesehen von sehr großen oder sehr rauhen Formen (Seesternen, Crinoiden, Krebsen u. f. w.), und so dürfte uns die Erkenntnis des wahren, relativen Bestandes der Tiefseefauna doch nicht allzusehr gefälscht werden.

Wie die Schalen der meisten Tiefseemuscheln sind auch die der abyssischen Gastropoden fast farblos, oft außerordentlich zart und ohne jene Dornen und starken Zacken, die für viele Formen des flachen Wassers so charakteristisch sind, häufig aber erscheinen sie sehr fein granuliert und wie mit einer Art oft mikroskopisch zarten Chagrins überzogen. Nicht selten wird wie unter den Trochiden die verlorene Farbe durch einen wundervollen Perlmutterglanz ersetzt. Meistens sind die Tiefseeformen auch kleine, bisweilen zwerghafte Repräsentanten solcher Genera,



Fig. 101. *Fusus abyssorum*, aus zirka 2580 Faden Tiefe.



Fig. 102. *Oechoris sulcata*, aus zirka 1750 Faden Tiefe.

welche in feichterem Wasser eine ansehnliche Größe erreichen können. Aber es giebt Ausnahmen und die schönste bildet eine *Voluta* (*Guivillea alabastrina*), ein prächtiges Geschöpf, das in der Nähe der Crozet-Insel aus einer Tiefe von 1600 Faden heraufgebracht wurde. Die Schale ist 170 Millimeter hoch, äußerst zart, von weißer Farbe und sieht aus, als ob sie in dünne sandhaltige Tüchmasse eingetaucht und nur oberflächlich abgewischt worden wäre. Leider ist das einzige gefundene Exemplar zerbrochen.

Eine andere sehr schöne Form (*Triforis longissimus*) wurde auf einer der Expeditionen des Blake gefunden: die Schale hat gewiß, wenn sie unbeschädigt ist (leider ist indessen immer die Spitze abgebrochen) über 40 Umgänge, ist 32 Millimeter lang und an der dicksten Stelle, unmittelbar über der Mündung, 3—4 Millimeter breit. *Siliquaria modesta*, eine gleichfalls während der amerikanischen Untersuchungsfahrten entdeckte Art der Wurm Schnecken, die im weichen Schlamm eingebettet lebt, ist so überaus zart, daß sie bei der bloßen Berührung zerbricht. Die Mehrzahl der Tiefseeschnecken ist blind, auch Arten solcher Gattungen, welche in feichem Wasser wohl entwickelte Augen haben. Agassiz meint, die Bewegungen dieser Tiere müßten bei ihren dünnen Schalen sehr langsam und gemessen sein, zumal sie ja noch auf dem feinen und jedenfalls sehr dünnflüssigen Schlamm vor sich gehen. Viele der Gastropoden drunten auf dem Meeresgrunde mögen von animalischer Kost lebende Räuber sein. Aber auch solche Familien, die innerhalb der Algenzonen des Meeres von Vegetabilien sich ernähren, haben abyssische Vertreter, und Dr. Fischer, der als Conchyliologe die Expedition des *Talisman* mitmachte, fand, daß der Darm derselben mit Schlamm, der von *Coccolithen* strotzte, gefüllt war.

Die Gastropoden des Meeres lassen keine charakteristische, scharfe Scheidung zwischen den Formen des fechteren und des tiefen Wassers erkennen, sie gehen allmählich ineinander über und manche Arten haben eine enorme vertikale Verbreitung.

Wie erwähnt brachte der Challenger, wenn wir einmal die Scaphopoden zu den Schnecken rechnen wollen, gegen 1300 sichere und gegen 400 nicht bestimmbare Arten mit. Von diesen wurden auf 75 Stationen

zwischen 0 und 400 Faden 1350 Arten (also pro Station durchschnittlich 18) und auf 41 Stationen zwischen 400 und 2650 Faden 270 Spezies (also pro Station 7) gefunden. Diese Arten gehören 46 Familien an, von denen indeffen nur 16 Vertreter in Tiefen unter 500 Faden aufzuweisen haben.

Es verteilen sich die Arten vertikal folgendermaßen:

Familien	Tiefe in Faden*)				
	0—500	501—1000	1001—1500	1501—2000	2000—2650
Scaphopoda	24	3	4	3	3
Fissurellidae	18	×	8	2	—
Trochidae	73	13	8	2	1
Janthinidae	×	×	×	2	—
Solariidae	4	—	1	—	—
Naticidae	23	2	1	—	—
Fusidae	42	—	2	2	—
Volutidae	24	1	—	1	—
Pleurotomariidae	75	13	10	7	2
Naticidae	26	2	2	—	—
Pyramidellidae	64	1	2	—	1
Cerithiidae	49	5	1	—	—
Litorinidae	11	2	1	—	1
Rissoidae	65	×	2	—	—
Tornatellidae	13	2	4	—	—
Bullidae	39	9	3	—	—

Ziemlich allgemein gehen diejenigen Familien, welche im feichten Wasser viele Arten haben, auch tief in das Meer hinab. In dieser Thatfache drückt sich eine größere Anpassungsfähigkeit aus, ebenso wie darin, daß auch bei den Gastropoden eine bedeutende vertikale und horizontale Verbreitung vielfach Hand in Hand geht. So wurde *Natica affinis* von 2 bis 1255 Faden und von Grönland bis Kerguelen, *Clichna alba* von 12 bis 1400 Faden und bei Spitzbergen, den Azoren, Pernambuco und Japan beobachtet. Die Familie der Litoriniden ent-

*) Jede Art ist in der Rubrik ihres tiefsten Vorkommens eingetragen. × bedeutet, daß eine in einer andern Kolumne ihre Maximaltiefe erreichende Art in der betreffenden Schicht auch vorkommt. — bedeutet, daß die Familie in der betreffenden Tiefe noch nicht beobachtet wurde.

spricht, was ihr Vorkommen angeht, ihrem alten Namen (von litus, litoris das Ufer) nach den neuen Entdeckungen durchaus nicht mehr. Interessant ist die Verbreitung der Janthinen: diese waren längst als Tiere bekannt, welche an der Oberfläche des Meeres, indem sie sich aus mit eigenem Körperschleim überzogenen Luftblasen eine Art hydrostatischen Apparats oder gewissermaßen ein Floß bauen, dahintreiben. Jetzt mit einem Male hat man dieselbe Art (*Janthina rotundata*) auch in einer Tiefe von 1900 Faden entdeckt, eine Thatfache, welche an die vertikale Verbreitung der seltsamen Amphipode *Cystisoma Neptuni* erinnert.

Die Fusiden haben eine weite horizontale und vertikale Verbreitung, aber die Mehrzahl ihrer Arten bewohnt das feichte Wasser. Eine Art (*Fusus abyssorum* Fig. 101) entdeckte der Talisman an der Nordwestküste Afrikas bei zirka 2600 und eine schöne Doliide (*Oechoris sulcata* Fig. 102) bei zirka 2000 Faden in der Nachbarschaft der Azoren.

Die prächtigen Nacktschnecken des Meeres, welche nach einer Meernymphe Doris, der Gemahlin des Nereus, Dorididen genannt werden, sind fast ausschließlich an das feichte Wasser oberhalb der 100 Fadenlinie gebunden, eine findet sich bis gegen 500, eine andere bis gegen 1000 und eine dritte endlich (*Bathydoris abyssorum*) im stillen Ozean bei 2425 Faden. Diese letztere ist ein merkwürdiges Tier: eine Riesin ihres Geschlechts zeigt sie noch nach jahrelangem Liegen in Weingeist eine Länge von 12 cm, ist von dunkelpurpurbrauner, jener bei Tieffseetieren so allgemein verbreiteten Färbung, mit orangenen Kiemen und völlig blind.

Überraschend ist es, daß von den Käferschnecken (*Chitonidae*), Tieren, die ihrem ganzen Habitus, der durch die Teilung der Schale in 8 hintereinander gelegene Stücke bedingten Fähigkeit sich aufzurollen und ihren übrigen Lebensgewohnheiten nach den Eindruck typischer Küstenbewohner machen, doch auch zwei echte Tieffseeformen aufgefunden worden sind, nämlich *Leptochiton Belknapii* an so weit von einander entfernten Stellen wie die Aleuten (bei 1006 Faden) und Philippinen (1050 Faden) und *L. benthus* im nördlichen pacifischen Ozean bei 2300 Faden.

Die Schwimmschnecken, die Flossenfüßer (*Pteropoda*) und

Kielfüßer (Heteropoda) rücksichtlich ihrer ganzen Organisation, namentlich ihrer Bewegungsorgane und ihrer teilweisen Durchsichtigkeit echt pelagische Geschöpfe, gehen doch auch in bedeutende Tiefen. Chun fand beide Gruppen im Mittelmeere bis über 700 Faden vertreten, womit freilich nicht gesagt ist, daß auch in den offenen Ozeanen daselbe Verhältnis des vertikalen Vorkommens dieser Tiere stattfindet, denn das Wasser des Mittelmeeres unterliegt abnormen Temperaturverteilungen, und es wäre voreilig, aus den hier auftretenden Erscheinungen weitergehende, die großen und tiefen Meere betreffende Schlußfolgerungen ziehen zu wollen.

Die höchste Entfaltung erreicht der Stamm der Weichtiere in den Cephalopoden, den an körperlicher Entwicklung und geistiger Befähigung am höchsten stehenden wirbellosen Tieren des Meeres.

Die Kopffüßer (Cephalopoda) haben einen kegelförmigen Leib, gegen den der runde, am terminalen Ende mit einem bekieferten Munde versehene, große Augen tragende Kopf deutlich durch einen Hals abgesetzt ist. Um den Mund herum steht ein Kranz von meist 8 bis 10 langen, unter Umständen verschiedenartig entwickelten, mit Saugnäpfen, bisweilen mit Haken versehenen Tentakeln. Auf der einen Seite befindet sich unterhalb des Halses ein querer Schlitz, welcher in einen geräumigen, nach der Körperspitze zu sich erstreckenden Hohlraum, die Mantelhöhle, führt, in welchem sich die Respirationsorgane, der After und die Öffnungen der Harn- und Geschlechtsorgane finden. Nach oben kommuniziert der Mantelhohlraum mit einem trichterförmig durchbohrten, an beiden Enden offenen, nach oben gerichteten, mit seiner Spitze über den Schlitz hervortretenden, kegelförmigen Hautfortsatze, dem Trichter. Die Tiere vermögen sich mittels desselben schwimmend zu bewegen, indem sie den Schlitz öffnend die Mantelhöhle voll Wasser nehmen, dann schließen sie dieselbe kräftig und plötzlich, sodaß das Wasser nur und zwar mit großer Gewalt durch den Trichter entweichen kann. Durch diese kräftige und plötzliche Entleerung erfährt der Körper einen Rückstoß von der vor dem Trichter gelegenen Wassermasse, der das Tier in entgegengesetzter Richtung wegschleudert, daher schwimmen die Cephalopoden mit ihrer Körperspitze voran. Die Fähigkeit zu schwim-

men ist in dieser Klasse verschieden entwickelt, sie ist einmal abhängig von der relativen Geräumigkeit der Mantelhöhle, von der Weite und Länge des Trichters, dann aber namentlich von der Gestalt des Körpers; je spitzer dessen beim Schwimmen vorangehendes Ende ist, desto leichter und desto rascher wird er die entgegenstehende Wassermasse zerteilen. Daher sind die im allgemeinen schlanker gebauten zehnamigen Formen, die Kalmare und Tintenfische die besseren Schwimmer, während die plumperen achtarmigen Kraken mittels ihrer ungemein beweglichen Arme sehr hurtig und geschickt zu kriechen verstehen. Es sind gewaltige Räuber, die seit den Tagen des Silurs sich mit den Haifischen in die blutige Herrschaft über die anderen Meeresbewohner teilen.

Manche von ihnen erreichen eine gewaltige Größe. Wenn schon die Berichte von Olaf Magnus und dem Bischof Erich Pontoppidan, wonach die „Kraken“ gelegentlich wie Inseln mit Bäumen bewachsen und mit Hügeln bedeckt aus dem Meere tauchen sollen, ungeheuerliche Übertreibungen sind, so liegt ihnen doch ein Körnchen Wahrheit zu Grunde. Wir wissen jetzt, namentlich durch die Untersuchung Verrills, daß es wahre Riesen unter den Kopffüßern giebt; *Architeuthis princeps* wird, die Arme mitgemessen, 12 und *A. monachus* über 9 m lang. Schon Quoy und Gaimard hatten während der berühmten Reise der französischen Fregatte *Astrolabe* aus dem atlantischen Ozean nahe dem Äquator Reste eines Cephalopoden aufgefischt, der nach ihrer Schätzung mindestens ein Gewicht von 50 kg gehabt haben muß. Am 30. November 1861 begegnete der Dampfavis *Alekto* einem Kalmar von 5 bis 6 Meter Länge ohne die Tentakeln, dessen Gewicht auf 2000 kg geschätzt wurde. Man machte Jagd auf das Geschöpf, fing es auch, indessen es befreite sich unter Verlust seines Körperendes.

Wahrscheinlich bewohnen solche Kolosse, an deren Existenz wir, wenn auch vielleicht der Kommandant des *Alekto* seinen Kalmar ein wenig durch das Vergrößerungsglas der Phantasie angesehen hat, nicht wohl zweifeln können, größere Meerestiefen und kommen nur durch Zufall einmal an die Oberfläche. Daß sie sehr große Tiefen zur bleibenden Heimstätte erkiesen sollten, ist mir der Ernährungsverhältnisse halber

wenig wahrscheinlich. Freilich gerade die größten Tiere der Tiefsee werden sich unfern Nachstellungen entziehen. Kopffüßern von 5 m Körperlänge und Rochen Taufende von Pfunden schwer, wie sie gelegentlich einmal aufgetaucht sind, kann man nicht mit Dredschcn und Grundnetzen zu Leibe gehen.

Der größte Cephalopode, den der Challenger erbeutete, war *Cirrotheuthis magna*, aus 1375 Faden Tiefe zwischen Prinz Edward- und Crozet-Insel, der 11,55 dm in der Länge maß, wovon allerdings gegen 9 dm auf die Arme kamen.

Die Schale der lebenden Kopffüßer ist meist innerlich gelegen, hornig oder kalkig (*os Sepiae*) und blattförmig. Indessen giebt es einige wenige Formen, welche betreffs ihrer Schale eigenartige Modifikationen aufweisen. Da ist zunächst des so gemeinen, seit alten Zeiten bekannten „Posthörnchens“ (*Spirula Peronii*) zu gedenken, einer kleinen aus anderthalb, in einer Ebene liegenden, sich nicht berührenden Windungen bestehenden und im Innern gekammerten Schale, deren Tier man lange Zeit gar nicht, und dann viele Jahre nur unvollkommen kannte. Jetzt sind einige Exemplare aufgefunden worden, aber über die Lebensweise des Tieres wissen wir noch gar wenig. Der Challenger fischte ein einziges Individuum in der Bandasee mit dem Grundnetz, das aber von irgend einem andern Geschöpfe, vielleicht von einem Fische, ausgebrochen worden war, wenigstens zeigte sich seine Oberhaut teilweise verdaut. Ein anderes wundervoll erhaltenes Exemplar fischten die Amerikaner des Blake in der karaischen See bei 950 Faden Tiefe, von dem Agassiz aus der Beschaffenheit seiner Farbzellen oder Chromatophoren schließt, daß es mit seinem hintern Körperende im Schlamm eingebettet gewesen sein müsse. Die Schale liegt übrigens auch bei *Spirula* im Innern.

Die zweite Cephalopodenform, die aber bloß im weiblichen Geschlechte eine Schale besitzt, ist das pelagisch lebende Papierboot (*Argonauta*). Hier ist dieselbe, in welcher das Tier locker wie in einem Kahne sitzt, das Abcheidungsprodukt zweier verbreiterter Arme, deren Flächen nach hinten einander gegenüber an die Seiten des Körpers gelegt werden.

Ein äußeres, der Schale der Gastropoden vergleichbares Gehäuse hat

nur das wundervolle Perlboot (*Nautilus pompilius*), bei dem das Tier an der gekammerten Schale angewachsen ist. Dieses, eine eigene Unterklasse der Kopffüßer ausmachende Geschöpf bewohnt die tiefern, wenn auch, wie scheint, nicht tiefsten Gewässer des indischen Meeres bis zu den Fidchiinseln, wo der Challenger ein Exemplar lebend aus 315 Faden Tiefe erbeutete. Dasselbe schwamm, gleichfalls mit dem Rücken voran, munter umher, vermochte aber, wohl infolge der veränderten Druckverhältnisse, durch welche die Kraft der expandierten Gase in seinem Innern mächtiger als die seiner Muskeln geworden war, nicht mehr zu sinken.

In der Bearbeitung des vom Challenger gesammelten Materials führt Hoyle die vertikale Verbreitung von 103 Arten von Kopffüßern an: 64 (wovon 12 rein pelagisch sind) finden sich ausschließlich oberhalb 500, 5 zwischen 501 und 1000, 6 zwischen 1001 und 2000, 3 zwischen 2001 und 3000 Faden, während 25 in sehr verschiedenen Tiefen, manche von der Oberfläche bis zu 2150 Faden hinab, vorkommen. Die größte Tiefe (2949 Faden) erreicht *Chiroteuthis lacertosa*. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die meisten, wenn nicht alle Formen, welche abyssisch zu sein scheinen, gelegentlich auch bis an die Oberfläche heran vorkommen werden, und daß umgekehrt zur Zeit nur als pelagisch gekannte Arten auch beträchtliche Tiefen besuchen und bewohnen können.

Im ganzen, das läßt sich aus dem in diesem Kapitel nur in großen Zügen skizzierten schon ermessen, haben die Verhältnisse der Tiefsee auf die Weichtiere weit weniger umgestaltend und modifizierend eingewirkt, als auf andere Tierstämme, und da jene dort verhältnißmäßig auch selten sind, so müssen wir annehmen, daß ihre Anpassungsfähigkeit eine nicht sehr bedeutende ist: denn, wenn sie unter den abyssischen Lebensbedingungen nicht mit einer sehr ähnlich gearteten Organisation wie in seichterem Wasser existieren konnten, so vermochten sie überhaupt nicht in die Tiefsee einzuwandern.

Die Manteltiere (*Tunicata*), für den vergleichenden Anatomen und Fachzoologen durch ihren Bau und ihre Entwicklung bedeutungsvolle Wesen, haben einen sack-, beutel- oder tonnenförmigen, bisweilen langgestielten Körper, der von einem dicken gallert- oder lederartigen Cellulose enthaltenden Mantel umgeben ist. Der Mund liegt im Grunde

eines weiten korbähnlichen, die Respiration vermittelnden, oben offenen Kiemenfacks und der After mündet mit den Geschlechtsorganen daneben in einem zweiten, gleichfalls oben offenen Raum, dem Kloakenraum. Zwischen ihm und dem Zugange zum Kiemenkorbe und auf dem obern Rande des letzteren liegt der einfache Nervenknötchen.

Von den zwei Klassen, in welche die Manteltiere eingeteilt werden, ist die eine, die der Salpen, bloß pelagisch lebend, und kommt nicht in der Tiefsee vor, wohl aber die meist feststehende der Seefcheiden oder Ascidien.

Von großer Bedeutung ist die Entwicklungsgeschichte dieser letzteren Tierklasse, da sie mit einer merkwürdigen Metamorphose verbunden ist. Aus dem Eie geht nämlich eine freischwimmende Larve hervor, die eine auffallende Ähnlichkeit mit einem Wirbeltiere primitivster Art hat. Sie besitzt einen rundlichen Körper, der sich nach hinten in einen ziemlich langen Ruderschwanz fortsetzt, der im Innern einen Längsstrang eigenartiger in einfacher Reihe hintereinander ge-

legener großer Zellen enthält, auf welchem sich eine feine röhrenartige Fortsetzung des centralen Nervensystems auflegt. Man kann den Zellenstrang mit einem Rückgrat einfachster Form, wie es das Lanzettfischchen hat, und die Fortsetzung des Nervensystems mit dem Rückenmark vergleichen. Auf dieser „Kaulquappenstufe“ bleibt eine Ordnung der Ascidien (Appendicularia), die man früher für Larven feststehender Formen hielt, zeitlebens stehen. Von diesen Appendicularien fand Chun eine verhältnismäßig riesige neue Form (*Megalocercus abyssorum* 30 mm lang) bei 492 Faden und andere Arten bis zu 710 Faden Tiefe im Mittelmeere

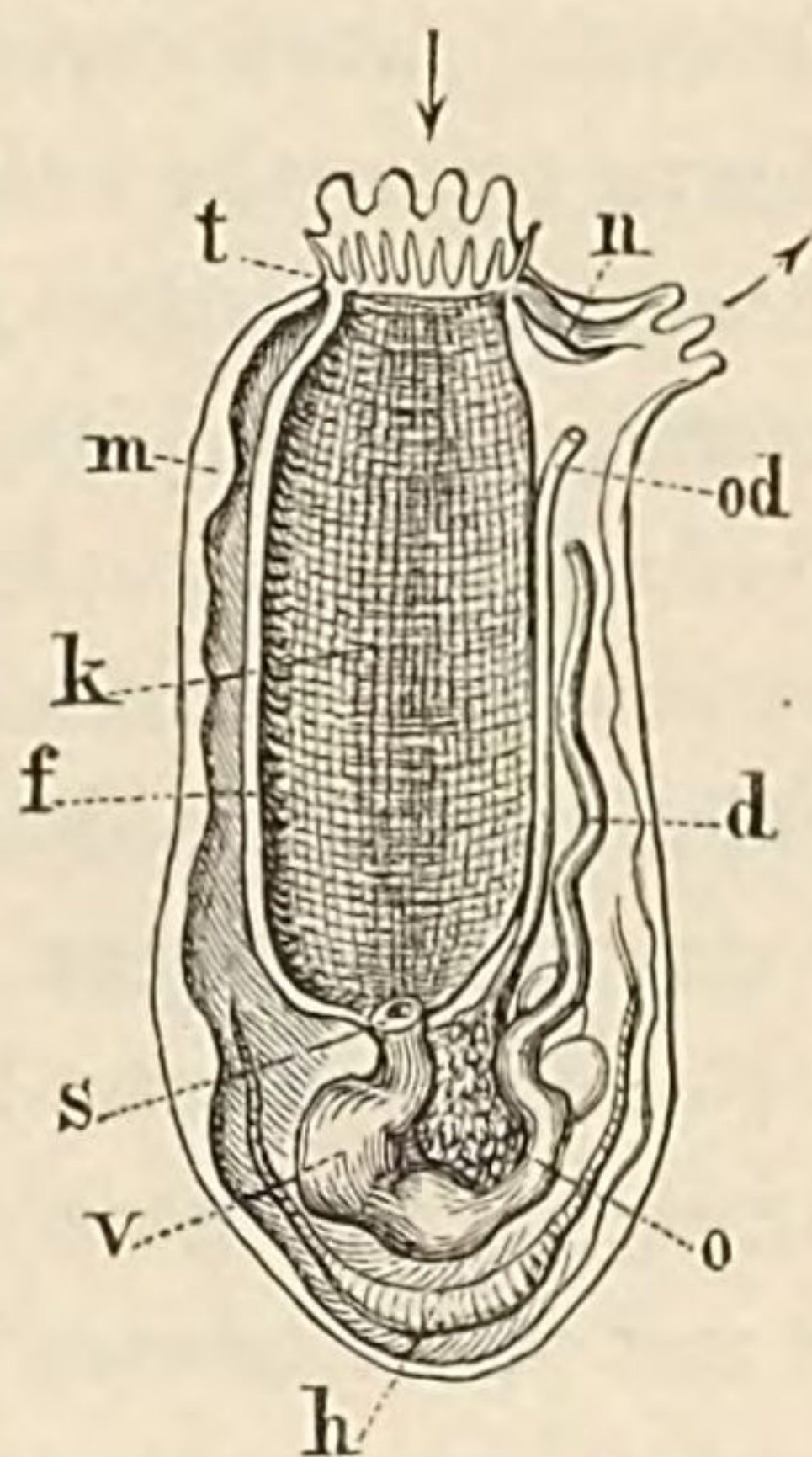


Fig. 103. Eine Ascidie im Längsschnitt. f Tentakelkranz, k Kiemenkorb, f kleinere Furche deselben, m Mantel, n Nervenknötchen, s eigentliche Mundöffnung, v Magen, d Darm, h Herz, o Eierstock, od Eileiter. Die Pfeile deuten die Richtung des Wasserstroms durch den Körper an.

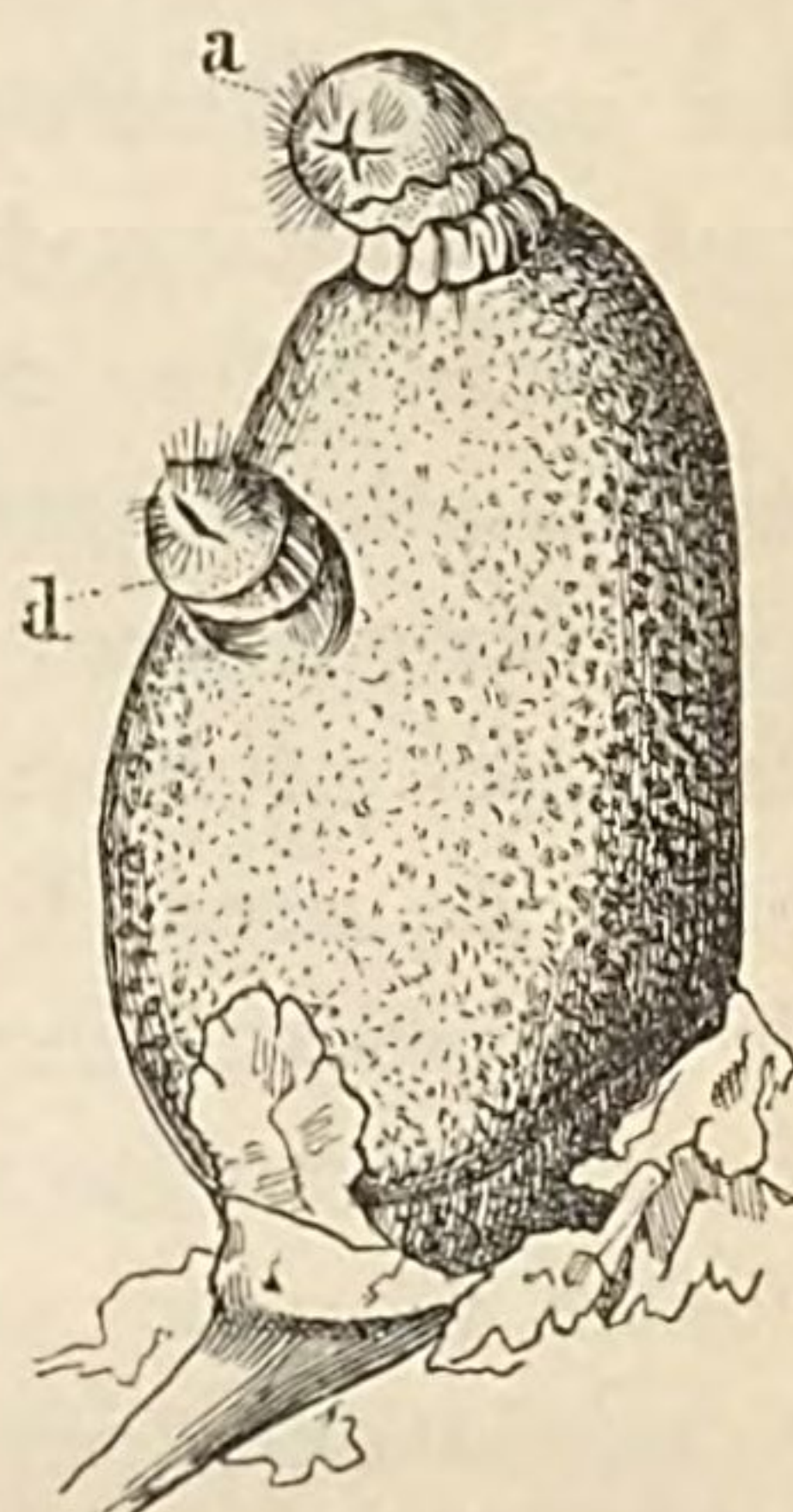


Fig. 104. *Cynthia papillata*, eine einfache Ascidie des feuchten Wassers. a Einströmungs-, d Ausströmungsöffnung.

auf. Bei den meisten Ascidien ist indessen dieses „Wirbeltierstadium“ eine vorübergehende Larveneigentümlichkeit, in der Regel setzt sich die Kaulquappe mit dem Kopfende fest und unterliegt, wie bei den meisten fessilen Tieren, einer rückschreitenden Metamorphose, wobei sie den Ruder Schwanz durch Resorption verliert.

Die Ascidien selbst zerfallen in zwei Familien, in die der einfachen und der zusammengesetzten. Die ersteren bleiben meist Einzelwesen oder bilden Stöckchen, an denen jedes Individuum einen eignen Mantel hat und einen bedeutenden Grad der Selbständigkeit besitzt. Bei den zusammengesetzten liegen zahlreiche kleine Individuen, oft gruppenweis mit regelmäßiger sternartiger Anordnung, in einer gemeinfamen, ziemlich weichen Mantelmasse, und die Kolonie überzieht rindenartig Steine und andere Gegenstände auf dem Boden des Meeres.

Ganz außerordentlich groß war die Ausbeute an einfachen Ascidien, welche während der Challenger-Expedition gewonnen wurden; 82 Arten (darunter 74 neue!) zu 20 Gattungen (9 neue) gehörig. Herdman, der dieses glänzende Material bearbeitet hat, konstatiert, daß in einzelnen Fällen die neuen Gattungen von ganz besonderem Interesse wären, da sie Verwandtschaften mit verschiedenen früher schon bekannt gewesenen Formen aufweisen und so zu Verbindungsgliedern zwischen bis dahin isoliert stehenden werden. Ein anderes Mal wieder zeigen sie derartige Kombinationen von Charakteren, daß es nötig wird, die Definitionen älterer Gattungen, ja unsere Ansichten über das Bestehen verschiedener Familien zu ändern.

Die wichtigeren Arten der vier Familien verteilen sich in vertikaler Richtung folgendermaßen:

Familien.	Vorkommen der Arten in vertikaler Richtung in Faden.				
	1—500	501—1000	1001—1500	1501—2000	2000—3000
Molgulidae	8	1	—	—	—
Cynthiidae	33	4	1	4	4
Ascidiidae	17	3	1	1	3
Clavelinidae	5	—	—	—	—

Die größte Tiefe, welche Ascidien, soweit wir wissen, erreichen, ist 2900 Faden im nördlichen stillen Ozean, und die Form, die hier gefunden wurde, ist eine der schönsten und interessantesten, die vielleicht eine eigene Familie bildet. Moseley, der sie schon im Jahre 1876 beschrieb, nennt sie *Hypobythius calycodes*. Dieses Tier hat die Gestalt eines schlanken Bechers, dessen Fuß 90 cm und dessen auf dem Querschnitte ovaler Kelch 83 cm hoch ist. Die Schale ist glasartig, zum Teil außerordentlich durchsichtig, aber nach Art eines Renaissance-Pokals mit regelmäßig angeordneten Buckeln verziert, die von knorpelartiger Härte und undurchsichtig sind und das Licht in hohem Grade brechen. Dieses Tier und der früher erwähnte wundervolle, wenige Tage nachher in der Nachbarschaft bei gleicher Tiefe aufgefundene Hydroidpolyp *Monocaulus imperator* gehören zu den prächtigsten Stücken der ganzen Challenger-Ausbeute.

Die zusammengesetzten Ascidien sind echte Bewohner des seichten Wassers, nur 7 von ihnen kommen tiefer als 500 und eine einzige bei 1600 Faden vor.

Elftes Kapitel.

Die Fische.

Einzelne Tiefseefische sind schon lange bekannt. Gelegentlich fand man ein oder das andere dieser fremdartigen Geschöpfe tot auf der Oberfläche des Wassers treibend oder an die Küste angespült, ab und zu wurde wohl auch zufällig mit andern Fischen ein verirrtes Exemplar gefangen. Am auffälligsten waren die schönen *Trachipterus*-formen, namentlich die gegen 6 Meter lang werdenden, bandförmigen, silberschimmernden Arten von *Regalecus*, dem Vaagmand der Skandinavier. Von ihnen wurden vom 1740 bis 1852 an der skandinavischen Küste 14 und von 1750 bis 1884 an der englischen 19 Exemplare gefunden. Vieles in der Lebensgeschichte gerade dieser Fische ist noch rätselhaft und Agassiz meint, daß sie vielleicht gar nicht in so sehr bedeutenden

Tiefen, wie man gemeinlich glaubt, leben. Nur der Challenger hat einmal ein einziges, nur eineinhalb Zoll langes Exemplar eines Trachypterus bei 700 Faden gefangen, aber diese Tiefe ist nicht sicher, sehr wohl kann das Fischchen in einer weit höhern Wasserschicht beim Herausziehen in das Netz geraten sein. Und diese Unsicherheit, ob man es mit einer wahren Tiefseeform bei einem in der aus großen Tiefen heraufkommenden Dredsche gefangenen Fische zu thun habe, peinigt uns leider in sehr vielen Fällen.

An einer Stelle der Welt indessen hat man seit alten Zeiten, lange bevor irgend ein Naturforscher an die Möglichkeit einer Jagd in den abyssischen Gründen dachte, wahre Tiefseefischerei und mit Erfolg getrieben — an der Küste Portugals bei Setubal. Der französische Forscher Vaillant hat eine solche Expedition mitgemacht und giebt eine interessante Schilderung davon. Der Fang gilt einer kleinen Haifischart (*Centrophorus chalceus*) und wird mittels Grundangeln betrieben, deren 400 bis 800 an einer Leine befestigt in eine Tiefe von 650 bis 820 Faden hinabgelassen werden.

Der erste Mann, welcher sich wirklich wissenschaftlich mit den Fischen der Tiefsee beschäftigte, war der Italiener Risso (geb. 1777, gest. 1845), der die Fische des Golfs von Genua und darunter auch einige abyssische Formen untersuchte. Die nächsten, welche sich mit diesem Teil der Meeresfauna befaßten, waren zwei Engländer: R. T. Lowe, der von 1847 bis 1860 als Ichthyolog auf Madeira wirkte und 1874 auf einer abermaligen Reise dahin mit dem Dampfer Liberia in der Bai von Biscaya unterging und J. Y. Johnson, der von 1862 bis 1866 auf der nämlichen Insel den gleichen Studien oblag.

Durch diese Forscher war die Zahl der bekannten Tiefseefische auf etwa 30 gestiegen, als durch die verschiedenen englischen und nordischen Expeditionen ein ungeahnter Reichtum solcher Tiere der Wissenschaft zugeführt und unserm Landsmanne A. Günther, dem Direktor der zoologischen Abteilung des British Museum zur Bearbeitung übergeben wurde. Allein 177 Arten und darunter 44 neue brachte der Challenger in 610 Exemplaren mit heim. Verhältnismäßig viel großartiger noch, namentlich mit Rück-

sicht auf die Dauer der Reise, sind freilich die Resultate, welche der Talisman auf ichthyologischem Gebiete erzielte: er erbeutete zwischen 100 und 2800 Faden gegen 4000 Exemplare von 140 Arten! Von manchen Spezies muß der Meeresboden stellenweise geradezu wimmeln, fingen doch die Franzosen am 29. Juli in der Nachbarschaft der Kapverdischen Inseln bei zirka 250 Faden nicht weniger als 1031 Exemplare eines *Malaccephalus* und vierzehn Tage vorher in einer mehr als doppelt so bedeutenden Tiefe an der marokkanischen Küste 134 Stück verschiedener Arten, darunter 46 *Bathygadus* und 49 *Macrurus*. Man denke sich aber die Schwierigkeit und geringe Wahrscheinlichkeit, gerade Fische, meist sehr bewegliche Tiere von einer gewissen Kraft und Größe und nicht unbedeutender Intelligenz in das Dredschnetz zu bekommen und zu behalten. Oft freilich wird es, wie schon verschiedentlich angedeutet, sehr schwierig, ja unmöglich, mit Sicherheit behaupten zu wollen, daß die gefangenen Fische auch aus der tiefsten vom Netze erreichten Tiefe stammen. Wenn man echte Bodenformen vor sich hat, dann allerdings ist die Sache wenig zweifelhaft, aber die vertikale Herkunft flinker Schwimmer kann niemand mit Bestimmtheit angeben, sie mögen aber auch in der That in sehr verschiedenen Tiefen vorkommen können und namentlich solche, die keine Schwimmblase haben. Die Haie sind im stande, gewaltige Wasserschichten in einem Schusse zu durchlaufen, aber auch von dem mit einer sehr großen Schwimmblase versehenen Schwertfisch erzählt A. Agassiz, daß er infolge von Angriffen an der Oberfläche des Meeres sehr leicht und äußerst schnell 500 bis 1000 Fuß tief bis auf den Boden taucht und zwar mit solcher Gewalt, daß sich der schwertförmige Fortsatz seines Oberkiefers der ganzen Länge nach in den Schlamm einbohrt.

Bei andern Formen lassen sich vertikale periodische, an die Tages- oder Jahreszeit gebundene Wanderungen nachweisen. Die *Scopelus*-Arten scheinen am Tage in bedeutenden Tiefen zuzubringen, aber in besonders ruhigen und mondlosen Nächten steigen sie an die Oberfläche. Das ist erklärlich! Denn gerade unter solchen Umständen werden, wenn wir einmal vom Drucke absehen, den manche Tierarten in sehr verschiedenem Umfange zu ertragen vermögen, die Lebensbedingungen in den

oberflächlichen Wasserschichten nicht allzu sehr von den in der Tiefe herrschenden abweichen. Günther meint, daß überhaupt die Fischfauna der Tiefsee im wesentlichen von zwei Elementen gebildet würde, von solchen Formen, die als dieselben oder doch sehr nahe verwandte Arten in den Gewässern der kältern und polaren Regionen die feichteren Schichten bewohnen, und solchen, die eben des Nachts an die Oberfläche steigen, um pelagisch zu leben.

Es unterliegt nun wohl auch keinem Zweifel, daß manche Fischarten namentlich beim Eintritt der rauheren Jahreszeit in den gemäßigten und kalten Gegenden unserer Erde die tieferen Stellen ihres heimischen Elementes auffuchen werden, die ziemlich unabhängig von dem Einflusse des Temperaturwechsels jahrein, jahraus dieselbe oder doch eine sehr ähnliche Existenzweise ermöglichen. Wieder andere steigen zur Zeit der Fortpflanzung an die Oberfläche, wo sie für ihre Eier die günstigeren, die Entwicklung ermöglichenden Verhältnisse antreffen. Es ist aber eine gewiss bedeutsame Erscheinung, daß der Laich mancher zwischen 300 und 400 Faden sich aufhaltender Fische (z. B. *Polyprion*) sich an der Oberfläche des Meeres entwickelt, während doch die ausgewachsenen Individuen derselben Art ihren Aufenthaltsort freiwillig niemals zu verlassen, also auch nicht zum Fortpflanzungsgeschäft nach oben zu steigen scheinen. Wahrscheinlich wird in diesem Falle der Laich in der von den Alten bewohnten Tiefe abgelegt, hebt sich während der Entwicklung der Embryonen bis zur Oberfläche, wo die Jungen auskriechen und nach kurzem pelagischen Aufenthalte in die Tiefe zu ihren Erzeugern zurückkehren. Sicher aber verhält sich nicht der Laich aller Tiefseefische so, wahrscheinlich entwickelt sich der vieler Arten auf dem Boden des Meeres. „Wenn wir uns“, sagt Günther, „die gewaltigen Unterschiede in den Bedingungen, unter denen beiderlei Arten von Laich sich entwickeln müssen, vorstellen, — der eine unter dem beschleunigenden Einflusse von Licht, Wärme und einer dauernden Zufuhr von Sauerstoff, der andere unter dem hemmenden von Dunkelheit, Kälte, unter Umständen doch wohl auch eines Sauerstoff-Minimums, — so kommt uns die Idee, daß jener erstere den Tiefseefischen angehören dürfte, welche in den wesentlichen Punkten ihrer Organisation den Oberflächen-

fischen entsprechen, der letztere aber sich zu jenen entarteten Formen entwickelt, von denen die Ophidiiden und Muraeniden die treffendsten Beispiele bieten“. Dieser wird dann wohl auch den ältesten, in viel höherem Maße entsprechend angepaßten abyssischen Formen, jener aber den relativ neu eingewanderten Bewohnern der Tiefsee angehören. Die Thatfache, daß der Laich gewisser Arten sich oberflächlich entwickeln muß, ist als eine Wiederholung der Stammesentwicklung in der individuellen Metamorphose zu betrachten: noch verraten die Lebensgewohnheiten dieser Fische einen gewissen Zusammenhang mit der alten Heimat. Eine ähnliche Erscheinung treffen wir auch sonst bei Fischen, — wenn die Lachsformen in das süße Wasser, die Aale aber in das salzige wandern, um ihren Laich abzusetzen, so verraten auch sie damit die alte Stätte ihrer Entstehung und Herkunft. Von den Salmoniden ist erst ein kleiner Prozentsatz an einen dauernden Aufenthalt im Meere angepaßt, sie sind alte Bewohner der süßen Gewässer und die meisten auch von den Meeresbewohnern unter ihnen müssen noch in ihrer Ontogenie das alte phylogenetische Stadium des Aufenthaltsortes durchlaufen. Umgekehrt ist es bei den Muraeniden, ja diese sind noch in viel geringerem Grade an das süße Wasser als die Lachse an das Meer angepaßt, denn verhältnismäßig viel weniger Arten und dann meist nur im weiblichen Geschlechte verlassen ihre alte Wiege, die Salzflut.

Auch sonst bieten die Wanderungen der Seefische sehr viel Interessantes, und ich kann mich nicht enthalten, wenigstens auf eine Art derselben, die zwar keine Tiefseefische betrifft, aber doch für das Verständnis des Zusammenhanges des Stoffwechsels im Meere äußerst ersprießlich ist, die Aufmerksamkeit meiner Leser zu lenken.

Zu gewissen Zeiten erscheinen der Hering und der Lodd (*Mallotus villosus*) in ungeheuren Mengen, der eine an den europäischen, der andere an den amerikanischen Küsten des nordatlantischen Ozeans. Sie folgen aber undenkbar zahlreichen Scharen winziger Krebschen, welche von Strömungen der Oberfläche ohne ihren Willen aus den arktischen Meeren südlich geführt werden. Dieses lebende Mus, von den nordischen Fischern Aat genannt, bildet ihre Hauptnahrung: schlägt doch Möbius die Menge der von den an einem einzigen Tage gefangenen

Heringen gefressenen Individuen des Copepoden *Temora longicornis* nach Berechnung auf 2400 Millionen an! Aber diese Krebschen müssen doch auch leben und mit ihnen kommt denn auch gleichfalls passiv ihr Futter angeschwommen, nach G. O. Sars und Hind eine eigenartige, schleimige, von den Skandinaviern Räk genannte Masse, die hauptsächlich aus Diatomeen besteht. Alle diese Algen konnten sich während des Sommers im Polarmeere, wie scheint infolge der Gegenwart des vom abtauenden Eise gelieferten süßen Wassers und unter Umsetzung anorganischer Substanz in organische entwickeln. Den Heringen aber folgen nun wieder die Schellfische, diesen zahlreiche fischfressende Vögel und Delphine, und so sehen wir hier von der anorganischen Materie bis zum Säugetiere eine Kette des Stoffwechsels von sechs Gliedern.

Was die Herkunft der Fischfauna der Tiefsee betrifft, so scheint sich dieselbe hauptsächlich aus modernen Formen zu rekrutieren, die zwar durch die abweichenden Verhältnisse, welche drunten herrschen, auch besonders um- und namentlich rückgebildet sind, aber keine altertümlichen Charaktere in ihrer Organisation aufweisen. Nur ein Haifisch (*Chlamydoselache anguinea*) aus dem tieferen Meere an der japanischen Küste zeigt seltsame archaische Eigenschaften: seine Bezahnung erinnert an diejenige uralter Ahnen aus der devonischen Zeit und sein ganzer Bau an den der Embryonen der niedersten modernen Haifischformen. Sonst finden sich in der Tiefsee keine Repräsentanten der Leptocardier oder Lanzettfischchen, keine Glanzschupper, keine der aus diesem alten Fischstamme wohl direkt hervorgegangenen Haftkiemer oder Plectognathen; Kreismäuler (*Cyclostomata*) sind selten und erreichen keine großen Tiefen; auch die Klasse der Selachier (Rochen und Haifische) ist hier nur gering entwickelt. Folgendermaßen setzt sich die Tiefseefauna nach den von Günther mitgeteilten Angaben zusammen:

		Selachier bilden 4,3 Prozent der Totalmasse,					
Knochen- Fische:	{	Acanthopterygii	„	27,8	„	„	„
		Anacanthini	„	39,6	„	„	„
		Physostomi	„	27,4	„	„	„
		Cyclostomata	„	0,9	„	„	„

Von der Menge der lebenden Knorpelfische (Selachier und Glanzschupper), die mit 320 Arten kaum zu niedrig angeschlagen sein dürften, kommen bloß 10 unter 300 Faden vor. Die Familien der in der Tiefsee unter 300 Faden vorkommenden Fische verteilen sich folgendermaßen:

Vertikale Verteilung der Tiefseefische von 300—2900 Faden.

Wahrscheinl. Zahl der be- kannten Arten (incl. des Süßwassers)	Familien	Tiefe nach Faden				
		301 bis 500	501 bis 1000	1001 bis 1500	1501 bis 2000	2001 bis 2900
140	Squalidae (Haie)	4	—	—	—	—
150	Rajidae (Rochen)	4	1	—	—	—
4	Holocephali (Chimären)	2	2	1	—	—
500	Percidae (Barsche)	4	—	—	—	—
120	Scorpaenidae (Drachenköpfe) . . .	5	—	—	—	—
80	Berycidae	12	5	5	4	2
18	Trichiuridae (Haarschwänze) . . .	4	—	—	—	—
?	Cyttidae	1	—	—	—	—
100	Trachinidae (Viperfische)	—	—	1	1	2
60	Pediculati (Armfloßer)	3	—	—	—	—
120	Cottidae (Seefkorpione)	3	3	—	—	—
30	Cataphracti (Panzerwangen)	2	—	—	—	—
16	Discoboli (Scheibenbäuche)	3	3	—	—	—
18	Trachypteridae (Riemenfische) . . .	2	2	—	—	—
2	Lophotidae	1	1	—	—	—
14	Lycodiidae	10	5	1	—	—
80	Gadidae (Schellfische)	15	7	4	—	—
64	Ophidiidae (Schlangenfische)	5	4	8	1	4
60	Macruridae (Fadenfische)	20	18	8	6	3
2	Bregmacerotidae (nach Agassiz) . .	1	—	—	—	—
200	Pleuronectidae (Schollen)	4	1	—	—	—
20	Sternoptychidae	4	2	1	1	—
66	Scopelidae	6	—	—	—	—
16	Stomiatidae	6	10	3	2	3
165	Salmonidae (Lachse)	—	—	—	2	—
1	Bathyrhynchidae	1	—	—	—	—
10	Alepocephalidae	2	2	3	3	1
5	Halosauridae	1	3	1	1	1
5	Nothacanthi	2	1	1	1	—
270	Muraenidae (Aale)	9	6	7	3	1
17	Cyclostomata (Bricken)	2	1	—	—	—
Total . .		137	77	44	25	17

Zehn Familien liefern also das Material zu der tiefsten Tiefseefauna: die Stomiatiden, Alepocephaliden, Halosauriden, Sternoptychiden, Notacanthiden, Beryciden, Macruriden, Ophiidiiden, Muraeniden und in sehr bescheidenem Maße die Salmoniden.

Es ist nun von vornherein nicht anders zu erwarten, als daß die echten Tiefseefische aus den verschiedenen Familien gemeinsame Eigenschaften infolge gleicher oder ähnlicher Anpassungen an gleiche oder ähnliche äußere Verhältnisse besitzen werden, sodaß der Kenner mit ziemlicher Sicherheit sagen kann, ob ein Fisch, der ihm zum ersten Male vorgelegt wird, ein Tiefseebewohner sei oder nicht. Zwei Gruppen abyssischer Fische, indessen ohne Verwandtschaftsbeziehungen der einzelnen, beide zusammensetzenden Mitglieder untereinander, können wir unterscheiden: echte Schwimmer und Boden- resp. Schlammbewohner. Zwischen diesen sind natürlich die Ähnlichkeiten und Analogien, geringer und weniger zahlreich als zwischen den Mitgliedern derselben Gruppe und sie beschränken sich im wesentlichen auf die Färbung und die Entwicklung der Leuchtorgane.

Bei der Betrachtung der Färbung müssen wir von den Fischen der leichteren, vom Tageslicht durchleuchteten Wasserschichten ausgehen. Bei diesen Tieren ist im allgemeinen die Ursache der Färbung, wenn wir von Schmuckfarben als den Resultaten der geschlechtlichen Zuchtwahl absehen wollen, eine doppelte, vielleicht dreifache. Einmal giebt es namentlich in den Tropen einige wenige bunte Fische, deren Fleisch giftig ist, dann würden wir es wahrscheinlich mit einer Schreck-, Warn- oder Ekelfarbe zu thun haben. Sonst ist im allgemeinen die Färbung der Fische eine Schutzfärbung, wobei sie, wie bei den Squamipinnen (Korallenfischen) selbst sehr bunt und lebhaft sein kann, denn sie richtet sich immer nach den speziellen Umständen, unter denen ein Tier lebt. Damit hängt auch ihre Verteilung auf dem tierischen Körper zusammen.

Pelagisch lebende Fische oder Fischlarven sind durchsichtig, selbst bis zur Konsequenz einer farblosen Blutflüssigkeit (Leptocephaliden), hier

wirkt sozusagen die fehlende Farbe schützend. Die auf dem Boden lebenden Formen gleichen diesem in ihrem Kolorite ungemein, ja sie besitzen (Schollen) die Fähigkeit, daselbe unter Einfluß des Nervus sympathicus unbewußt zu ändern und dem jeweiligen Untergrunde anzupassen. Andere, wie die Seenadeln, leben im Seegrase, von dem sie selbst für ein gutes und geübtes Auge fast nicht zu unterscheiden sind. Wieder andere, wie manche Seepferdchen und jene sonderbaren mit vier, gewissermaßen kletterfußartigen Flossen ausgestatteten Armfüßer



Fig. 105. *Antennarius marmoratus*.

(*Antennarius marmoratus* Fig. 105) treiben sich in den Tangwäldern herum, die man Sargassoseen nennt und gleichen in ihrer Farbe, aber auch in ihrer phantastischen, mit allerlei flottierenden Anhängen versehenen Gestalt der Pflanzenwelt, zwischen welcher sie haufen, in ganz überraschend hohem Grade. Nahe der Oberfläche schwimmende Fische sind unten meist silbrig, oben dunkel, grau, grünlich oder bläulich, und sehr oft verläuft die dunklere Farbe in Gestalt von Streifen oder Bändern besonders in querer Richtung über den Leib. So sind die Tiere doppelt geschützt: ein vorüberfliegender fischfressender Vogel

wird von oben das der Wassermasse sehr ähnlich gefärbte Tier, bei dem die Querstreifung beim Schwimmen noch die Verteilung von Licht und Schatten in spielenden Wellen nachahmt, nur schwer gewahr werden, und ein räuberischer, kannibalischer Mitbewohner des Wassers wird von unten aus dem Wasser gegen den hellen Himmel das silbrig schimmernde Beutestück gleichfalls nicht leicht entdecken. Fische, die tiefere, zwar noch dem Sonnenlichte, aber nicht mehr dem Vogelauge zugängliche Schichten des Wassers bewohnen, sind ganz silbrig, oft mit andersfarbigen, namentlich roten Flossen, oder erglänzen in herrlichem Blau.

Man sollte nun erwarten, daß die Mehrzahl der Tiefseefische, als dem Lichte entzogen, wie solche Tiere, die Höhlungen in der Erde, in Tieren und Pflanzen bewohnen, von einer indifferenten Färbung, schmutzigweiß, gelblich, bräunlich oder, wenn besonders klein entwickelt, mehr oder weniger durchscheinend wäre. Das sind manche auch in der That, aber doch nur zirka 12 Proz. der ihrer Färbung nach bekannten Tiefseefische. Nun könnte man auf die Idee kommen, daß die meisten, aus früher entwickelten Gründen, in komplementärer Farbe zu dem vorhandenen grünlich leuchtenden organischen Dämmerlichte rot wären, — auch diese Farbe ist vertreten, aber bei nur zirka 3,5 Proz. Ungefähr 4 Proz. zeigen Silberglanz und ein gekannter Tiefseefisch ist violett. Die meisten indessen (gegen 63 Proz.) sind dunkelbraun bis tiefschwarz, bisweilen mit helleren Flossen.

Das ist sehr sonderbar und gar nicht leicht zu erklären. Eins ist klar: bei matter farbiger Beleuchtung wird ein sehr dunkler bis schwarzer Gegenstand auf gewisse Entfernung ebenso unbestimmt sichtbar sein, wie ein komplementär gefärbter. Krebse, Holothurien und andere niedere Tiere, auch die in feichten Wasserschichten lebenden Formen, haben meist rote, purpurne bis violette, öfters versteckte Pigmente, Rot ist sogar die Grundfarbe der meisten Krebse, denn wenn die dunkeln Pigmentmassen, welche diese rote Färbung oberflächlich maskieren, durch den Tod zerstört werden, erscheinen ihre Panzer in der bekannten rotgelblichen bis zinnoberroten Farbe.

Wie ist es aber mit der schwarzen Färbung der Tiefseefische? —

Nun, wir müssen annehmen, wie früher schon entwickelt, daß diese Tiere die modifizierten Nachkommen in seichterem Wasser wohnender Ur-ahnen sind, müssen also die Prinzipien der Färbung dieser studieren, um die jener verstehen zu können.

Die Farben der Fische sind an eigentümliche, sehr häufig der Ausdehnung und Zusammenziehung fähige, mehr oder weniger verästelte Pigmentzellen der Unterhaut gebunden. Bei allen nicht gerade roten oder orangenen Fischen herrschen unter diesen Zellen die dunkelbraunen bis schwarzen in sehr bedeutendem Maße vor, ja sie finden sich selbst noch bei den silberglänzenden, deren Glanz auf einem eigentümlichen, aus einer organischen Verbindung (wahrscheinlich zum größten Teil Guanin) bestehenden, aus sehr kleinen kristallinen Plättchen zusammengesetzten Überzug der Cutis oder Unterhaut, der auch die Schuppen angehören, beruht. Unter diesem Überzuge finden sich dunkle Pigmentzellen. Während der Entwicklung des Fischembryos treten diese verhältnismäßig schon zeitig, ungefähr in der Mitte seines Eilebens und zwar in der den Dotter überziehenden Keimhaut auf. Es ist möglich, daß sie hier zur Erwärmung dienen, da ja bekanntlich schwarze, dunkle Gegenstände mehr Wärmestrahlen absorbieren als helle. Sie scheinen aber von der Keimhaut aus zu wandern und vielleicht zuerst in die noch ungeschlossene Leibeshöhle einzudringen, von hier aber in die Cutis zu steigen. Bei sehr vielen Fischen finden sich auch im ausgebildeten Zustande solche dunkle, verästelte Pigmentzellen in dem Bauchfelle, wie auch bei silberglänzenden Formen hier allenthalben und besonders im Überzug der Schwimmblase eine Anhäufung der Guaninplättchen zu beobachten ist. Es ist möglich, daß hier nach dem embryonalen Entwicklungsleben sogar die Bildungsstätte jener Zellen ist, die, wie Kerbert seiner Zeit nachwies, Bindegewebszellen sind und in die oberflächlichen Schichten der Haut einwandern. Wir können nun annehmen, daß diese dunkelsten Pigmentzellen, welche für Tiefseefische die bei der schwachen dämmerigen Beleuchtung ihres Aufenthaltsortes günstigste Farbe erzeugen, in immer stärkerem Maße sich herausbildeten. Dann wird es auch erklärlich, weshalb die Rachenhöhlen bis tief in das Verdauungsrohr hinein und die Kiemenräume bei so vielen Tiefseefischen schwarz ge-

färbt erscheinen, wie es sich ähnlich auch bei schwarzen Landwirbeltieren in korrelativer Entwicklung findet. Manche schwarze oder dunkel-

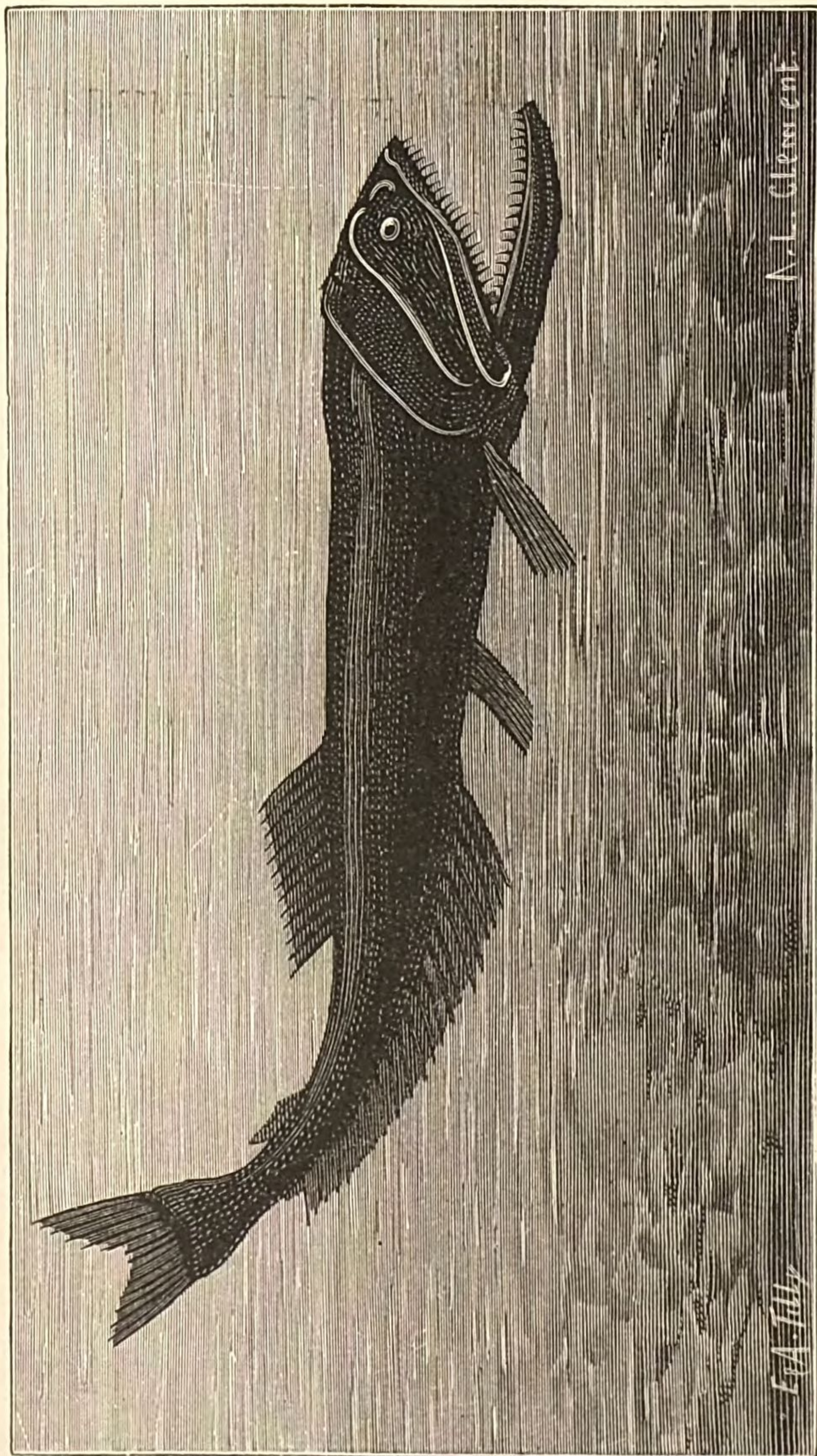


Fig. 106. *Neostoma bathyphilum*, aus 1150 Faden Tiefe, Beispiel eines schwarzen Tiefseefisches.

braune Fische sollen übrigens, bevor sie in Alkohol gelegt werden, einen prachtvollen blauen Glanz haben, ja, von einem (*Alepocephalus*

niger), der nach einem Spiritusexemplare seinen Beinamen niger (schwarz) erhielt, erzählt Murray, er sei beim Fangen von hellblauer Farbe gewesen, die auf den Kiemendeckeln und den Flossen in eine dunklere Nuance übergegangen wäre.

Gefleckte und gebänderte Tiefseefische sind verhältnismäßig selten und vielleicht sind sie die Nachkommen von noch nicht seit sehr langer Zeit aus seichtern, tageshellen Wasserschichten eingewanderten Formen. Sehr interessant ist eine von Günther bei *Bathysaurus mollis* beobachtete, vielleicht aber häufiger vorkommende Erscheinung: ein jugendliches, aus 2385 Faden Tiefe stammendes Exemplar dieser Fischart, die im ausgewachsenen Zustande ganz weißlich erscheint, war mit vierzehn schmalen, dunkeln Querbinden geziert, gewiß ein ontogenetischer Beweis, daß auch die voll entwickelten Ahnen des jetzt hellen Fisches einst ähnlich gezeichnet gewesen sein werden. Merkwürdig sind auch die Verhältnisse, unter denen bei den Arten der Gattung *Chlorophthalmus* die Färbung je nach den Tiefen auftritt: *Ch. Agassizii* und *nigripinnis* kommen bei 120 bis 150 Faden vor; erstere ist braun mit im Quincunx gestellten Flatschen, letztere silbrig mit undeutlichen verschwommenen Flecken, — *productus* (315 Faden) ist „einfarbig“ und *gracilis* aus Tiefen von 1100 bis 1423 Faden ist gleichmäßig braunschwarz.

In der Regel können wir auch sehen, daß bei Tiefseefischen die Farbe auf dem ganzen Körper, abgesehen von den Finnen, gleichartig entwickelt ist: jenes Anpassungsbedürfnis, das bei den der Oberfläche sehr nahe lebenden Arten eine Verteilung als dunklere Ober- und hellere Unterseite nötig machte, fiel unter den neuen Existenzbedingungen weg. Es giebt aber bemerkenswerte Ausnahmen. So sind die Arten von *Halosaurus*, in der Verteilung der dunkleren und helleren Farbtöne verschieden: *H. Owenii* (vertikales Vorkommen unbekannt, wahrscheinlich nicht sehr tief), ist oben braun, unten silbrig, *H. macrochir* (1020 bis 1375 Faden) gleichmäßig schwarz, *H. rostratus* (2750) und *affinis* (565) oben heller, an der Unterseite schwärzlich. *Diplacanthopoma brachysoma* (350 Faden) und *Dibranchius atlanticus* (360 Faden) sind oben dunkler als unten, *Bathhydraco antarcticus* (147 Faden), *Macrurus crassiceps* (520) und *denticulatus* (275—520) umgekehrt

oben hell, am Bauche schwarz. Die mit dem Bauche auf dem Boden liegenden Rochen der Tieffee verhalten sich sehr ungleich, manche sind, wie die Mehrzahl ihrer Verwandten aus flacherem Wasser, oben dunkel, unten hell, aber manche (*Raja isotrachys*, 361 Faden und *nidrosiensis* 150 — 200 Faden) umgekehrt unten dunkler. Die Schollen, welche asymmetrisch eine Körperseite dem Grunde zuwenden, zeigen in feichtem Wasser diese farblos, die andere aber mit hochentwickelter Schutzfärbung, aber eine, wahrscheinlich schon seit langer Zeit in die Tiefe (bis zu 400 Faden) eingedrungene Form (*Pseudorhombus boops*) ist gleichmäßig gelbweiß; der Aalbutt (*Pleuronectes cynoglossus*) geht zwar noch tiefer (bis 732), ist aber keine typische Tieffeeart, sondern findet sich auch in feichterem Wasser, gelegentlich selbst in der westlichen Ostsee (in der Eckernförder Bucht) und hat eine bedeutende individuelle vertikale Verbreitung.

Von noch höherem Interesse als die Farben sind andere Erscheinungen, welche an und in der Haut zahlreicher Tieffeeefische wahrnehmbar sind, die Leuchtorgane.

In der Haut der Fische findet sich allgemein ein sehr eigentümlicher Apparat oder eine Gruppe von Organen, die sog. Seitenlinie, welche am Kopf ihren Ursprung nimmt. Hier beginnt, wenn die Verhältnisse typisch sind, ein Kanal unterhalb des Maules und zieht jederseits nach hinten, um mit einem andern Kanal, der das Auge ringförmig umgiebt, in Verbindung zu treten. Die beiderseitigen Ringkanäle vereinigen sich auf dem Hinterhaupte und jeder giebt einen entlang des Rumpfes bis zum Schwanze verlaufenden, fast immer unpaaren Seitenkanal ab. Diese Kanäle haben von Stelle zu Stelle kurze, die Haut, resp. die einzelnen Schuppen frei nach außen mittels Poren durchbrechende und an der Seitenlinie entsprechend einem Wirbelabschnitte metamer angeordnete Nebenkanäle. Innen beherbergen die Kanäle eine eigenartige füllige, wasserhelle Masse und die offenstehenden Nebenkanäle erweitern sich nach hinten in eine Ampulle, aus deren Grunde sich ein typischer Nervenendapparat mit Nervenzellen und Sinneshaaren erhebt. Am Kopfe werden diese Ampullen vom Nervus trigeminus, an der eigentlichen

Seitenlinie von einzelnen Fasern des Seitenastes des Nervus vagus innerviert.

Dieses Organsystem, um dessen Erforschung sich besonders Leydig, F. E. Schulze und Solger verdient gemacht haben, entwickelt sich in eigentümlicher Weise. Bei ganz jungen Knochenfischen ist noch nichts von einem mit ihm verbundenen Kanalsystem zu bemerken, es besteht vielmehr aus kleinen, frei aus der Oberfläche der Haut hervorragenden Erhöhungen, welche aus Nervenzellen mit je einem steifen haarartigen Fortsatze zusammengesetzt sind. Ihr hinteres, mit dem betreffenden Nerven verbundenes Ende steckt in einem zarten Becherchen oder Röhrchen. Oberhalb und unterhalb dieser Reihe verdickt sich nun das umgebende Gewebe der Haut, sodaß jene in eine Rinne zu liegen kommt. Dann verwachsen die Ränder dieser über die Zwischenräume zwischen den einzelnen Nervenbühlchen weg und bilden einen Kanal. Meist legen sich auch die Schuppen um den Ausgang je eines so zustande gekommenen Nervenkanals derartig an, daß in ihrer Mitte eine schlitzförmige Zugangsöffnung zu demselben frei bleibt. So hat das Wasser Zutritt zu dem Kanalsystem und damit auch zu den in ihm eingeschlossenen Nervenbühlchen.

Ein so merkwürdiger Apparat konnte natürlich auch den älteren Anatomen nicht unbekannt bleiben und er ist mannigfach untersucht worden, aber die Ansichten über seine physiologische Bedeutung und seine morphologischen Beziehungen waren und sind zum Teil noch heute sehr verschieden. Die ältern Forscher, ein Stenon, Redi, Lorenzini, Perrault am Ende des 17., ein Monro und Camper im 18., ein Cuvier, Wagner, Savi in diesem Jahrhundert sahen in ihm ein drüsiges Gebilde mit der Funktion, Schleim abzufondern, aber schon der große weitblickende Gottfried Reinhold Treviranus (1776 bis 1837) und nach ihm Jacobson hielten diese Apparate wenigstens bei den Haien und Rochen für nervöser Natur und sprachen sie als Sinnesorgane an.

Zuerst war es (1850) Leydig, jener ausgezeichnete Mikroskopiker, dem die Wissenschaft so viel verdankt, der diese Gebilde ge-

nauer untersuchte und ihre nervöse Natur nachwies. Er faßte sie als ein „Organ des sechsten Sinnes“ auf. Manche sehen in ihnen eine besondere Art von Nervenendigungen, die auf chemische Reize reagieren, etwa riechen oder in die Ferne schmecken sollen, andere betrachten sie als Tastapparate, ja einzelne schreiben ihnen die Vermittlung einer Art bathymetrischen Empfindens zu, das dem Fische, indem es den Druck der auf ihm lastenden Wasserschwere anzeigt, anzeigen soll, in welcher Entfernung er sich von der Oberfläche seines heimischen Elementes befindet.

Man sieht, die Ansichten weichen betreffs der physiologischen Leistung dieser Apparate sehr auseinander, aber alle gründlichen Untersucher derselben sind darin einig, daß es keine Drüsen, sondern Endgebilde des Nervensystems sind.

Auch die Leuchtorgane der Tiefseefische, vielfach gedeutete und viel umstrittene eigentümliche Gebilde scheinen in das Gebiet der Seitenlinien zu fallen. Dieselben sind nach der Untersuchung von Günther nicht gleichmäßig unter die verschiedenen Familien der Fische der Meerestiefe in der Art ihres Auftretens verteilt, und es ist bemerkenswert, daß sie da fehlen, wo das System der „Schleimkanäle“ als solches stark entwickelt ist: so haben Macruriden und Ophidiiden keine besonderen Leuchtapparate, aber vielleicht leuchtet gerade bei ihnen der so reich vorhandene Schleim im Ganzen. Die Halosauri haben eine breite Seitenlinie mit deutlich entwickelten Leuchtorganen und unter den Carangiden und Alepocephaliden ist je eine Art damit ausgestattet. Unter den Pediculati sind solche Leuchtorgane eine gemeine Sache und sie wirken hier als ein Anlockungsmittel für andere zur Beute dienende Fische. Sehr häufig sind sie auch bei den Sternoptychiden, Scopeliden und Stomiatiden, müssen hier aber als wahre Laternen zur Erleuchtung der Umgebung aufgefaßt werden. Bei den aalartigen Fischen kommen spezifizierte Leuchtvorrichtungen nicht vor, aber sie besitzen doch bisweilen, wie gesagt, ein hoch entwickeltes System von „Schleimkanälen“. In ihrer einfachsten Art treten solche Leuchtorgane als unzählige kleine, mehr oder weniger aus der Haut hervorragende Höckerchen auf, welche

in Querreihen, entsprechend der Segmentation der Seitenmuskulatur angeordnet, die Körperseiten bedecken (bei *Echiostoma*, *Opostomias*, *Pachystomias*, *Photonectes* und *Malacosteus*) und Günther vermutet, daß die feinen, über die ganze Haut mancher *Ceratias*-Arten verteilten Poren die Ausführungsgänge von Drüsenschläuchen sind, in denen leuchtender Schleim abgefondert wird. Größer, weniger zahlreich und mehr aus der Haut hervorragend sind sie bei *Xenodermichthys* und noch höher differenziert erscheinen sie (bei sehr vielen Gattungen) als augenähnliche, im Leben rote und grüne Flecken in zwei Reihen an der Unterseite des Körpers, dann am Kopf und den Kiemendeckeln. Bloß in der Familie der *Sternoptychiden* und *Scopeliden* finden sich große, runde, flache Organe von eigentümlichem Perlmutterglanze, und bei einer Reihe anderer Formen aus sehr verschiedenen Geschlechtern treten sie an verschiedenen Stellen auf, nämlich: an der Seite des Rumpfes, an der Rücken- und Bauchseite des Schwanzes, in der Nähe von und selbst in der Kiemenpalte, zwischen Augen und Maul, an der Spitze der Schnauze, an den Barteln und an Flossenstrahlen. Bei *Anomalops*, *Echiostoma*, *Malacosteus* etc. liegen ihrer als große, ovale Drüsenmassen in besondern Nischen unterhalb des Auges. Der Leuchtapparat an der Rückenflosse mancher *Pediculati* stellt eine Höhlung dar, aus deren Öffnung ein Tentakel oder Faden hervorragen kann. *Halosaurus* hat seine Lichterchen in einer einfachen Reihe an jeder Seite des Körpers, entsprechend der Seitenlinie, in deren Schuppen sie auch liegen, und am Kopfe folgen sie den untern Verzweigungen des Schleimkanalsystems. Endlich findet sich noch bei *Ipnotops* ein seltsames Organ am Kopfe, dessen morphologischer Wert noch vollkommen unklar ist, das von Günther aber physiologisch als ein Leuchtapparat betrachtet wird. Dasselbe ist von Moseley sehr gründlich beschrieben worden. Es besteht nach diesem Forscher aus zwei genau symmetrischen Hälften, die oben seitlich rechts und links von der Mittellinie auf der abgeflachten Oberseite des Kopfes liegen und von der äußerst dünnen und durchsichtigen, aus Haut und Hautknochen bestehenden Decke des Schädels überwölbt sind. An der dünnsten Stelle ist die Knochensubstanz netzartig durchbrochen. Das Organ selbst ist in allen seinen Teilen von gleichmäßiger

Beschaffenheit. Sieht man es von oben an, so erscheint seine Oberfläche wie ein Mosaik kleiner Sechsecke von zirka 0,04 mm Durchmesser, die sich bei reflektiertem Lichte wie schimmernde weiße, einzelne Plättchen ausnehmen. Dies ist der oberflächliche Ausdruck von sechsseitigen glashellen Säulen, die mit großer Regelmäßigkeit in Reihen angeordnet und unten auf einem Lager von pigmentiertem Bindegewebe ruhend das ganze 0,04 mm hohe hautartig sich ausbreitende Organ bilden. Jedes dieser Säulchen besteht aus 30—40 durchsichtigen Stäbchen, die mit ihren Seiten dicht aneinander gelagert rechtwinklig zur Oberfläche des Organs stehen, und ruht mit seinem Fußende auf einer sechseckigen, schüsselförmig gebogenen Pigmentzelle von der gleichen Größe wie das Säulchen. Das Außenende eines jeden Stäbchens der Säulchen ist bedeckt mit einer gleichfalls sechseckigen, mit einem großen Kerne versehenen Zelle. So setzt sich jedes Organ aus drei Lagen in der Richtung von oben nach unten zusammen, aus sechseckigen Außenzellen, aus von Stäbchen gebildeten Säulchen und aus Pigmentzellen, und wird dabei von sehr zahlreichen kleinen Blutgefäßen der Quere nach durchsetzt. Von den großen Pigmentzellen des Bodens steigen zwischen den Unterteilen der Säulchen Fortsätze nach oben, welche dieselben mit einem pigmentierten Netzwerk umgeben. Das ganze Organ liegt auf einer Lage von Bindegewebe, aus der es feine Nervenfasern erhält.

Im übrigen ist *Ipnops Murrayi* absolut blind, indem auch die geringste Spur eines rudimentären Auges fehlt, und Moseley weist die Vermutung, daß etwa jene Organe veränderte Augen seien, bestimmt von der Hand. Die Nerven, welche dieselben versorgen, kommen vom fünften Nervenpaare, und sonst ist keine Spur von anderen Nerven in und an ihnen zu entdecken, was es wohl überhaupt ausschließen dürfte, in diesen Gebilden Sinnesorgane sehen zu wollen. Auch elektrische Organe sollen es nach Moseley nicht sein, da zwischen den einzelnen sechsseitigen Säulchen der Innenmasse die isolierten Lagen von Bindegewebe fehlen, die gerade für die elektrischen Organe so charakteristisch und bedeutungsvoll sind, und daher sieht Moseley wie Günther in diesen sonderbaren Bildungen Leuchtapparate.

Ich muß gestehen, daß ich noch nicht völlig überzeugt bin, ob wir

es hier am Ende doch nicht mit elektrischen Organen anstatt mit Leuchtapparaten zu thun haben, vielleicht sind diese sonderbaren Platten beides zugleich. Elektrische Organe und die Fähigkeit, elektrische Schläge auszuverteilen sind bei Fischen vielleicht weiter verbreitet, als man glaubt. A. Agassiz erzählt, daß er nebst Kommandant Bartlett von einer Schellfischform (*Phycis regius*), welche aus einer Tiefe von 233 Faden lebend heraufgebracht worden war und von ihnen angefaßt wurde, einen heftigen Schlag erhalten habe. Man könnte auch die Frage aufwerfen, gesetztten Falles, es wären jene Kopforgane von *Ipnotus* Leuchtapparate, zu was braucht ein blinder Fisch dieselben? Dem könnte entgegnet werden, daß wohl das Leuchten der meisten niederen Tiere den Zweck hat, als ein Warn-, Schreck- oder Ekelmittel ganz analog den lebhaft und auffallend bunten Farben vieler das Land und seichtere Wasser bewohnender Tiere zu dienen und die Träger als ungenießbar räuberischen Aufenthaltsgenossen zu kennzeichnen.

Von Lendenfeld unterscheidet bei den zwölf von ihm daraufhin untersuchten Tiefseefischen zwei Hauptgruppen von Leuchtorganen: unregelmäßig drüsenförmige und regelmäßig augenähnliche (ocellar), welche indessen bei einer und derselben Art gleichzeitig auftreten können. Die ersteren sind große, massige, von v. Lendenfeld „Drüsen“ genannte Gebilde, welche eine unregelmäßige Gestalt und Lage haben. Sie treten einmal zerstreut über den ganzen Körper auf und stehen bei *Astronesthes niger* an den Seiten des Körpers, wo sie sich auch äußerlich durch unregelmäßig gestaltete weiße Flecken verraten. Ihrem innern Baue nach bestehen sie aus vertikalen, mit körnigen Zellen erfüllten Röhren. In anderen Fällen finden sich ähnliche Organe an bestimmten Körperstellen, so am Unterkiefer von *Argyropelecus hemigymnus* und *Sternoptyx diaphana*, an unpaaren Barteln von *Opostomias micripnus* und *Pachystomias microdon* und bei ersterem ist auch noch der erste Strahl der Brustflosse in einen biegsamen Faden umgewandelt, der mit einem ähnlichen Organe versehen ist. *Halosaurus macrochir* hat, abgesehen von anders beschaffenen und anders gelegenen Leuchtorganen, derartige unregelmäßige drüsenartige Massen am Kiemendeckel, *Astronesthes niger*, *Opostomias micripnus* und *Malacosteus*

niger aber unterhalb des Auges. Bei letzterem, der auf der Expedition des Talisman lebend zur Beobachtung kam, haben die beiden

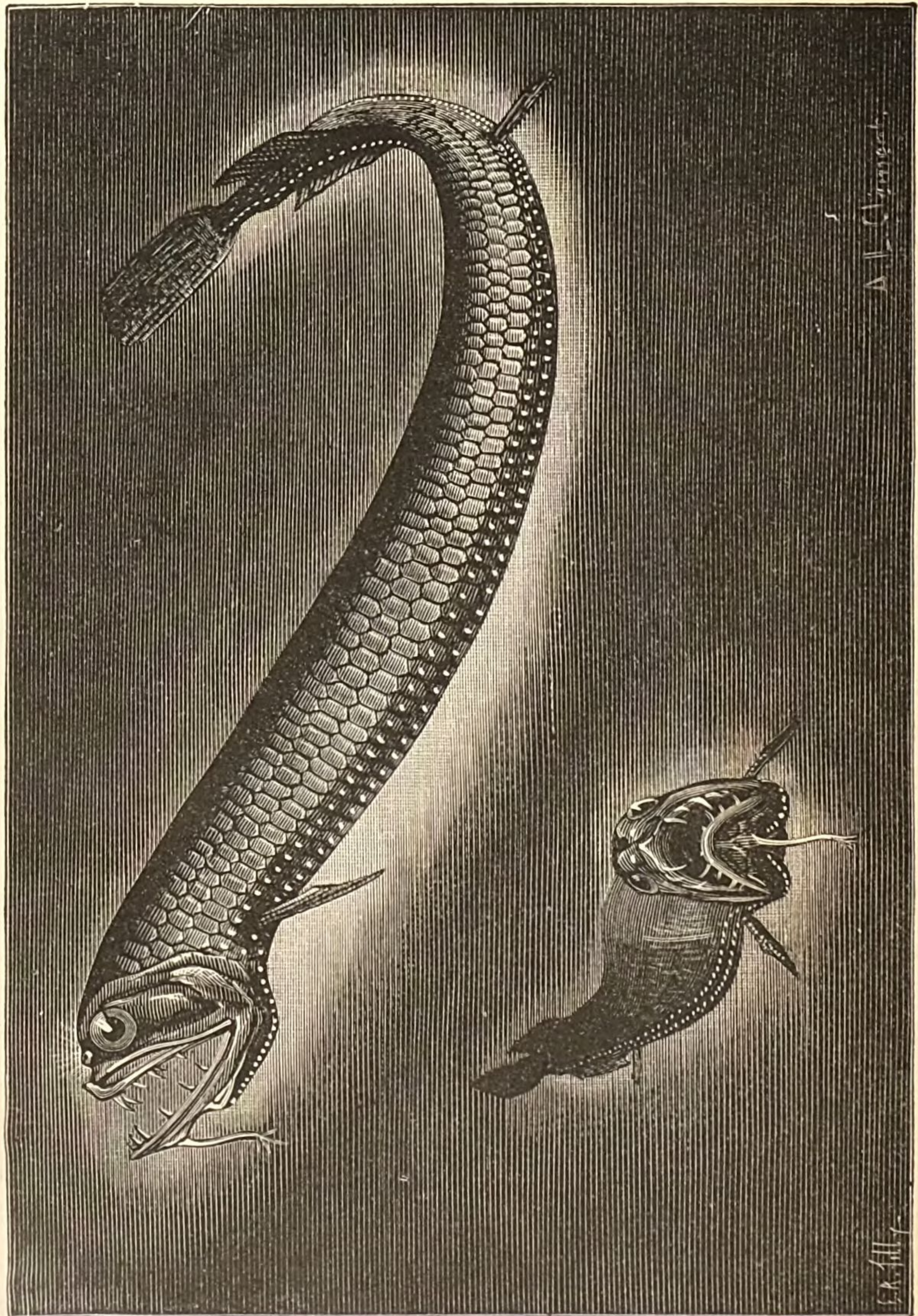


Fig. 107. *Stomias boa* mit Leuchtorganen am Bauch, aus 500 Faden Tiefe. $\frac{1}{2}$ natürl. Gröfse.

Leuchtflecken (Fig. 108) zweierlei Licht, das obere ein schimmernd gelbliches, das untere ein grünes. Ähnliche Organe liegen bei Echi-

ostoma barbatum, Pachystomias microdon, Malacosteus indicus und Scopelus Benoiti an der nämlichen Stelle, find aber

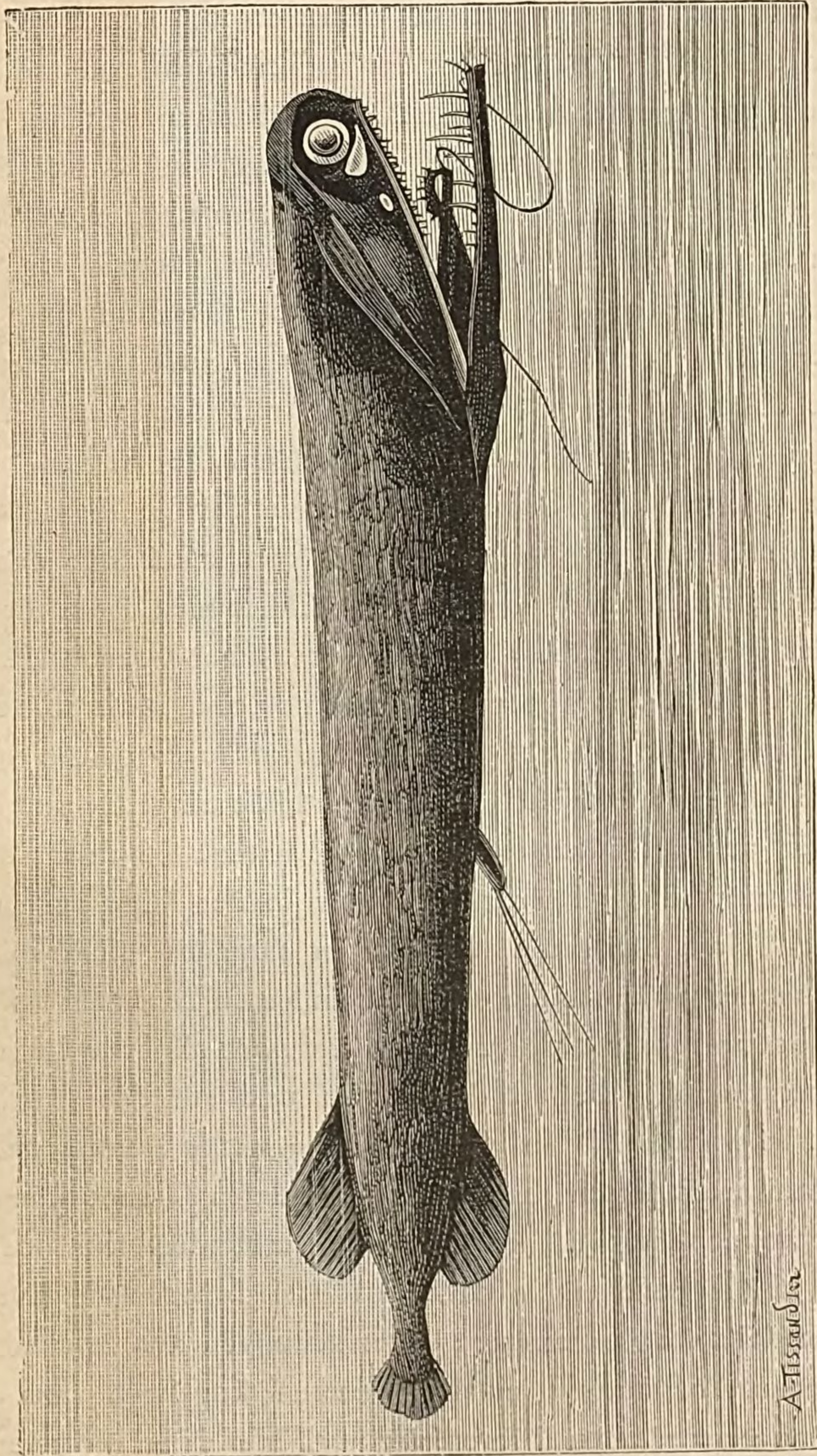


Fig 108. Malacosteus niger.

komplizierter gebaut. Jedes zerfällt nämlich in zwei hintereinander gelegene Abschnitte, einen äußeren cylindrischen und einen inneren run-

den, der mit jenem nur mittels eines schmalen Halbes in Verbindung steht und von einer sehr dicken, silberglänzenden, das entwickelte Licht jedenfalls sehr stark reflektierenden Kapfel umgeben ist. Durch diese treten Nerven und Gefäße an das Organ, das hauptsächlich aus radiär angeordneten, mit körnigen Zellen ausgekleideten Röhren besteht.

Die ocellaren Leuchtorgane von regelmäßiger Gestalt sind entweder mehr oder weniger ungleichartig über den ganzen Körper zerstreut oder sie befinden sich in resp. auf den Schuppen der Seitenlinien. In ersterem Falle können sie einfach oder zusammengesetzt sein und sind meist in die Haut eingesenkt, bei *Xenodermichthys nodulosus* indessen sind sie als ovale Körper mittels eines Stieles mit der Haut verbunden. In sie treten hier verhältnismäßig sehr ansehnliche Nerven, und ihr innerer oder hinterer Abschnitt wird von einer starken Pigmentschichte umhüllt, während ihr vorderer aus kolbenartigen, der Länge nach angeordneten Zellen besteht und von einer durchsichtigen Haut überzogen wird. In der Regel sind diese einfachen ocellaren Organe (bei *Echiostoma barbatum*, *Pachystomias microdon*, *Malacosteus indicus*, *Astronesthes niger* und *Opostomias micripnus*) von einer sackartigen, in die Haut eingesenkten Pigmenthülle umgeben und bestehen innerlich auch aus mit körnigen Zellen angefüllten und radiär angeordneten pyramidenförmigen Röhren, die aber in der Mitte des mit einer durchsichtigen Haut äußerlich überdeckten Organes nicht mit ihren Spitzen aneinander stoßen, sondern hier einen leeren centralen Raum umgeben. *Opostomias micripnus* hat auch noch ähnliche Organe aber ohne Pigmentmantel, die an den Seiten und auf dem Rücken des Körpers des schwarzen Fisches als zahlreiche weiße Punkte erscheinen.

Die zusammengesetzten regelmäßigen ocellaren Organe können entweder mit einem reflektorischen Apparate verbunden sein oder nicht. Im letzteren Falle bestehen sie nach von Lendenfelds jedenfalls am reichsten Materiale vorgenommenen Untersuchungen aus zwei hintereinander gelegenen Abschnitten, einem vorderen kugeligen, aus den bekannten radial angeordneten Röhren, die auch hier einen centralen Hohlraum zwischen sich lassen, gebildeten und einem hinteren, von jenem durch eine Einschnürung äußerlich und durch eine zwischengelagerte, aus großen

runden Zellen zusammengesetzte linsenförmige Scheibe innerlich geschiedenem von Bechergestalt, in dem die Röhren longitudinal verlaufen. Solche Organe beobachtete v. Lendenfeld in zwei Längsreihen angeordnet, auf jeder Seite des Körpers von *Opostomias micripnus*, *Echiostoma barbatum*, *Astronesthes niger* und *Pachystomias microdon*. Bei *Argyropelecus hemigymnus*, *Sternoptyx diaphana* und *Scopelus Benoiti* sind ähnliche Organe, auf deren feinere mikroskopischen Verhältnisse wir hier unmöglich eingehen können, von einer mächtigen Pigmentlage und einer stark silberglänzenden Schicht, einem Reflektor umhüllt.

Was endlich die Leuchtorgane von *Halosaurus macrochir* und *rostratus* betrifft, so giebt von Lendenfeld von ihnen folgende Beschreibung:

Sie bilden an jeder Seite des Körpers eine einfache Reihe oberhalb der großen Seitenlinie, in der die Schuppen weit größer als am übrigen Körper sind und von Membranen bedeckt werden. Jede dieser Schuppen ist außen mit einer vertikalen Querrippe versehen, hinter welcher nach außen gerichtet ein ansehnliches, weißes, spindelförmiges Polster von 1 mm Breite und bis zu 2 bis 3 mm Länge liegt. Im basalen Teile besteht dasselbe aus einer von Nerven und Gefäßen gebildeten, mit zahlreichen multipolaren Ganglienzellen durchflochtenen Schichte, auf welcher schlanke spindelförmige Zellen sitzen, die nach außen auseinanderstrahlen, an die Membrane herantreten und in Faden ausgezogen unter ihr sich verbreiten. Unterhalb dieses Organs ist jede Schuppe von einem schräg aufsteigenden Kanal durchbohrt, durch welchen Nerven und starke Blutgefäße hindurch treten.

Die Hauptresultate seiner Untersuchung faßt von Lendenfeld folgendermaßen zusammen:

1) Die phosphoreszierenden Organe der Fische sind mehr oder weniger modifizierte Drüsen, die sich zum Teil aus einfachen Schleimdrüsen der Haut, zum Teil aber auch in Verbindung mit dem System der Schleimkanäle entwickelt haben.

2) die in ihnen beobachteten typischen Zellen von Keulenform sind modifizierte Drüsenzellen.

3) Die in ihnen vorkommenden sphinkterartigen Häutchen und accessorischen Reflektoren gehören der um und unter der Drüse befindlichen Haut an.

4) Sie werden von gewöhnlichen Hautnerven innerviert, und die bei *Echiostoma*, *Anomalops*, *Malacosteus* etc. vorkommende Leuchtmasse unterhalb des Auges wird von einem modifizierten Ast des Nervus trigeminus versorgt.

Günther selbst macht über diese Leuchtorgane noch einige physiologische und biologische Bemerkungen. Einmal kann, nach der Meinung dieses Forschers, das Licht dazu dienen, den Fischen wirklich zu leuchten. Diejenigen, die ohne besonders differenzierte Organe einen leuchtenden Schleim im ganzen oder aus zahllosen feinen Hautporen absondern, thun das ohne Einfluß ihres Willens, vielleicht immer, wenn sie in Thätigkeit sind, während bei der Ruhe und während des Schlafes das Licht verschwinden mag. Aber bei den Fischen, wo diese Organe eine hohe Entwicklung aufweisen, unterliegen sie in ihren Leistungen sicher dem Willen des Trägers, nur so hat die Leuchtfähigkeit Bedeutung und Nutzen, denn wäre sie ununterbrochen in Thätigkeit oder könnte nicht sofort eingestellt werden, dann würden die betr. Fische dadurch leicht Beutestücke nachstellender Feinde. Namentlich die großen, unterhalb der Augen angebrachten Lichter (wie z. B. bei *Anomalops*), werden ihre Strahlen in die Richtung, in welcher der Fisch nach Beute schwimmt, vorauswerfen. Gewiß ist auch der Grad der Leuchtkraft ein sehr verschiedener, von einem allgemeinen matten Schimmern bis zu kräftiger, weit hindringender Helligkeit, wie sie zweifelsohne die hochorganisierten, umfangreichen Apparate unterhalb des Auges der Stomiiden und an der Seitenlinie der Halofauren entwickeln.

In andern Fällen, wenn die Leuchtorgane auf Flossen, Barteln, einzelnen fadenförmigen Flossenstrahlen oder Tentakeln stehen, haben sie, nach Günther, wahrscheinlich die Funktion, andere Tiere und damit die geeignete Beute herbeizulocken, denn bekanntlich werden Wassertiere sehr allgemein durch helles Licht angezogen, und viele der mit solchen Vorrichtungen versehenen Fische könnten von denselben, da ihre

Augen sehr rudimentär sind, als Laternen auf ihren Wegen keinen Gebrauch machen.

Mir scheint v. Lendenfelds Auffassung dieser Organe als modifizierter Drüsen doch nicht ganz über jeder Möglichkeit einer Anfechtung zu stehen. Die Seitenapparate der übrigen Teleostier sind weder ihrem Baue noch namentlich ihrer Entwicklung nach Hautdrüsen, sondern werden durch nervöse, wie in einem echten Sinnesorgane endigende Elemente bedingt und die Leuchtorgane sind zum Teil (am deutlichsten bei den Halofauriern), das hebt auch v. Lendenfeld hervor, bloße Modifikationen jener alten Seitenapparate. Unser Autor meint, daß in den höher entwickelten Leuchtorganen der Tiefseefische das „Sekret“ nicht selbständig leuchte, sondern erst unter dem aktiven Eingriffe von seiten der Spindel- und Keulenzellen, — ich glaube, daß das Sekret überhaupt nicht leuchtet, sondern, daß diese fulzige Kutikularbildung wie in den Seitenorganen der gewöhnlichen Knochenfische zum Schutze der darunter befindlichen nervösen Endapparate entwickelt ist und daß die willkürlich wirkende Leuchtkraft in diesen selbst zu suchen sei.

Neben diesen aus nervösen Endapparaten hervorgegangenen Leuchtorganen mögen, darin stimme ich Günther und v. Lendenfeld bei, auch wirkliche Hautdrüsen vorkommen, die einen matt phosphoreszierenden Schleim absondern. Aber das ist doch ganz etwas anderes! Das ist derselbe Unterschied, den Quatrefages vor schon beinahe vierzig Jahren bei manchen leuchtenden Ringelwürmern, wie erwähnt, beobachtet hatte, bei denen auch eine eigene schleimige phosphoreszierende Masse entweder auf der ganzen Oberfläche des Körpers oder durch besondere Organe abgeschieden wird, aber daneben konstatierte er auch in dieser Tierklasse ein nervöses Leuchten als „eine ihrem Ursprunge nach noch unbekannte Lebensthätigkeit, welche die Bildung eines einfachen, von jeder materiellen Abscheidung unabhängigen Lichtes veranlaßt.“

Wäre es übrigens ganz absurd, vermuten zu wollen, daß jener leuchtende Schleim auf einer Art symbiotischen Prozesses beruhe? Daß winzige Organismen in ihm und seinen Bildungsstätten Obdach und Nahrung fänden und daß sie die Leuchtkraft, welche den betr. Tieren wieder zu gute käme, entwickelten?

Eine interessante Thatfache ist es, daß die großen grünen Augen des schon erwähnten Tiefseehaies (*Centrophorus chalceus* Fig. 109) als Leuchtorgane dienen und ein sehr eigentümliches, auch am Tage bemerkbares Licht verbreiten.

Die Sehwerkzeuge der Tiefseefische zeigen eine ganz ähnliche Entwicklung wie die der Tiefseekruster: wir finden normal-groß- und kleinäugige und daneben blinde wie *Ipnops Murrayi*, *Typhlonus nasus* (2440 Faden), *Aphyonus gelatinosus* (1400 Faden, australische Gewässer) und *mollis* (955 Faden, Westindien); der letztere

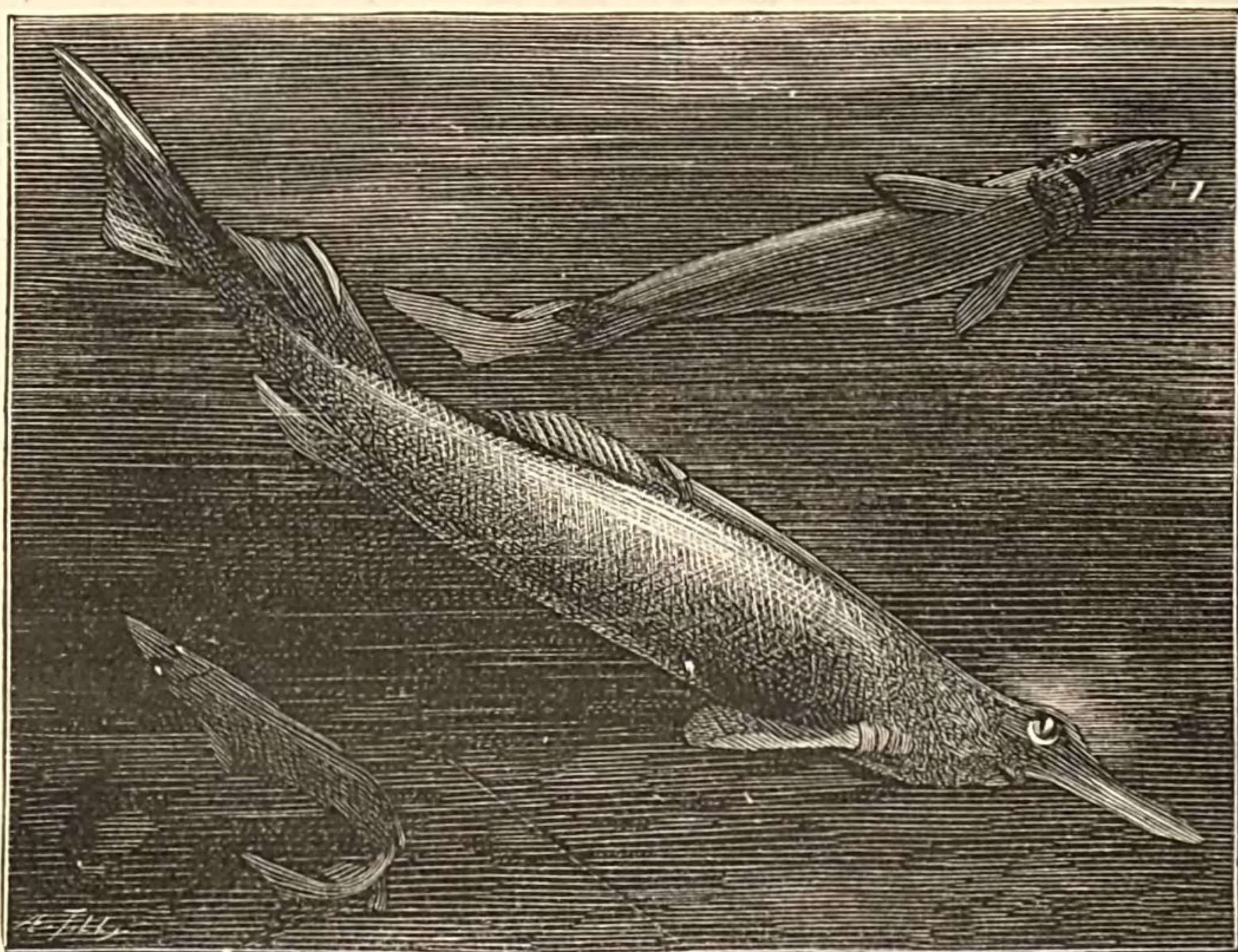


Fig. 109. *Centrophorus chalceus*, ein Tiefseehai mit leuchtenden Augen.

soll nach Agassiz ein naher Verwandter der in den Höhlen Kubas lebenden Arten der blinden Fischgattung *Lucifuga* sein.

Günther macht darauf aufmerksam, daß die Mehrzahl der abyssischen Fische auf ihre Augen angewiesen zu sein schiene und daß besondere Organe der Empfindung im allgemeinen weder quantitativ noch qualitativ stärker entwickelt seien als bei solchen, welche an der Oberfläche oder in der Nähe der Küste leben. Es giebt aber doch eine ganze Reihe von Tiefseefischen, welche einzelne Flossenstrahlen der Brust- und Rückenflossen zu einer bedeutenden Länge und Zartheit entwickelt zeigen, so

namentlich manche Macrurusformen und ganz besonders die Arten der Gattung Bathypterois, bei denen diese Apparate außerordentlich

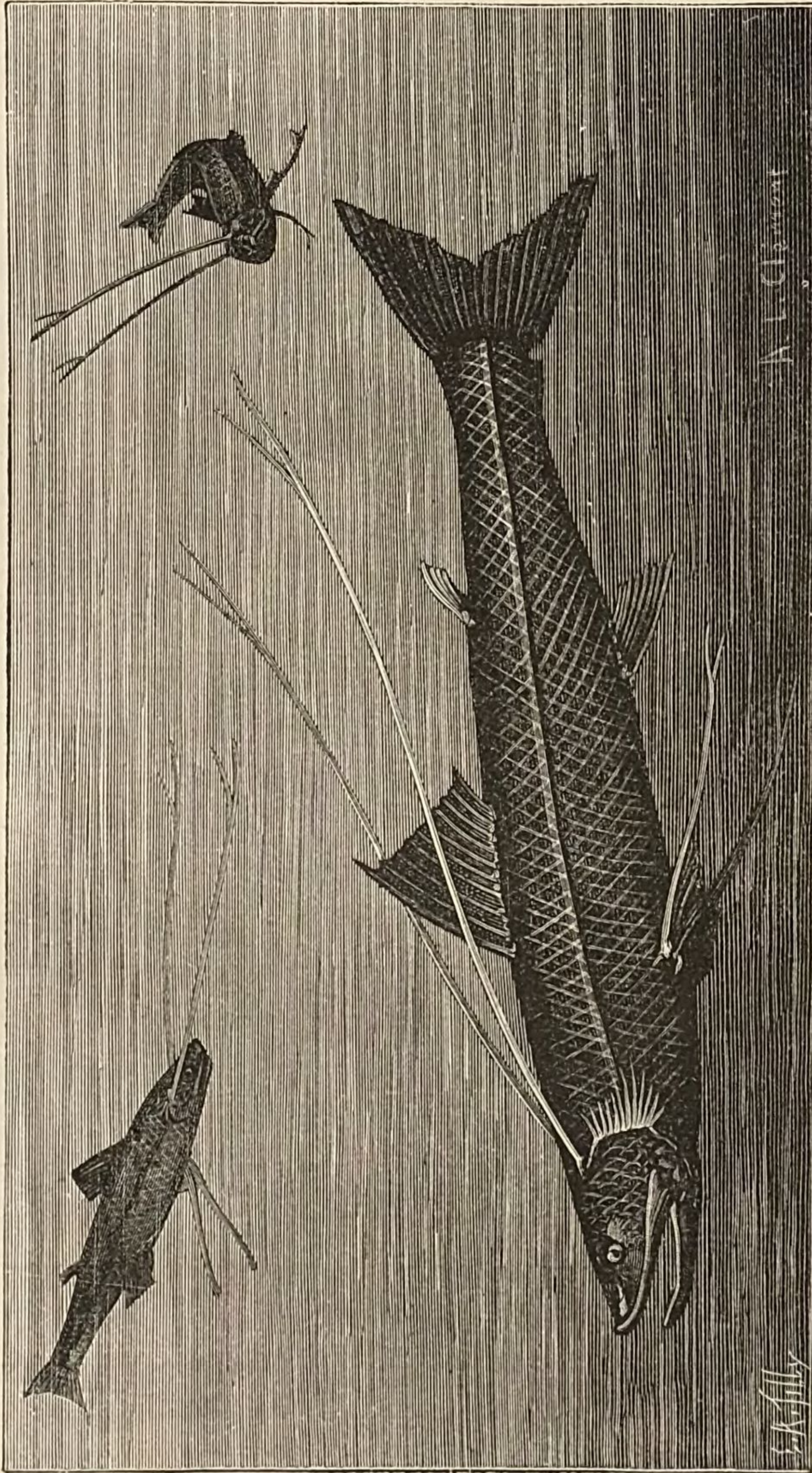


Fig. 110. Bathypterois longipes, aus 1040 Faden Tiefe, $\frac{2}{3}$ nat. Gröfse.

fein, gabelig geteilt und länger als der ganze Fisch sind, dabei können sie selbständig bewegt werden und sind gewiß als Tastorgane aufzufassen

(*Bathypterois longipes* Fig. 110). Eine andere, sehr schöne vom Talisman bei 1500 Faden im nördlichen atlantischen Ozean entdeckte Form (*Eustomias obscurus* Fig. 111) trägt zwischen den Ästen des Unterkiefers einen langen weißen Faden, der an seinem freien Ende zwei hintereinander gelegene Anschwellungen zeigt. Der äußere hat sehr zarte und kurze, in einem Halbkreise angeordnete, stecknadelartig mit einem Endköpfchen versehene Fortsätze, welche höchst wahrscheinlich sehr feine Tastorgane sein werden. Bei manchen der so ausgestatteten Fische wird es zutreffen, was A. Agassiz von den verlängerten Strahlen der Brustflosse von *Bathypterois* sagt, „daß sie nach vorn ausgestreckt und als Sondierungswerkzeuge dienen mögen und daß wir uns vorstellen können, wie diese Fische ihren Weg in der Dunkelheit tasten und den Schlamm untersuchen, um die in ihm versteckten Wesen, von denen sie sich ernähren, zu entdecken“, — sowie in der Erde der Maulwurf mit seiner nervenreichen Schnauze die Bewegung der Würmer und Engerlinge auf weithin spürt und die große Schnepfe ihr mit unzähligen feinen Tastkörperchen ausgestattetes Schnabelende in den weichen Waldboden bohrt und die Gegenwart ihrer tierischen Nahrungsmittel „schmeckt“, wie Leydig so bezeichnend sagt. An der Seite eines auf der Blake-Expedition entdeckten Fisches *Saccopharynx Bairdii*, der zu einer der allerfestsamsten Gattungen der Tiefsee gehört, scheint das System der Seitenlinie nach Ryder (A. Agassiz) sehr sonderbar entwickelt, indem entlang derselben von der Schnauze bis fast an das Schwanzende Gruppen von 4 bis 5 gestielten Organen von Becherform sitzen, um welche herum die Haut dunkel gefärbt erscheint. Agassiz meint, die Funktion dieser Apparate sei wahrscheinlich die zu tasten, „oder sie mögen irgend eine der großen Tiefe, in welcher der Fisch lebt, entsprechende Aufgabe zu erfüllen haben.“ Sollten es vielleicht auch Leuchtorgane sein, ähnlich denen von *Halosaurus*?

Die übrigen anatomischen Eigentümlichkeiten der Tiefseefische, soweit solche bekannt sind, betreffen zunächst die Respirations- und Verdauungswerkzeuge.

Die ersteren zeigen sich nach Günther denen der oberflächlich haufenden Fische gegenüber reduziert: die Kiemenblättchen sind kürzer,

überhaupt weniger umfangreich, auch ist ihre Zahl geringer, sodaß die ganze atmende Oberfläche kleiner ist und Günther meint, dies nötige

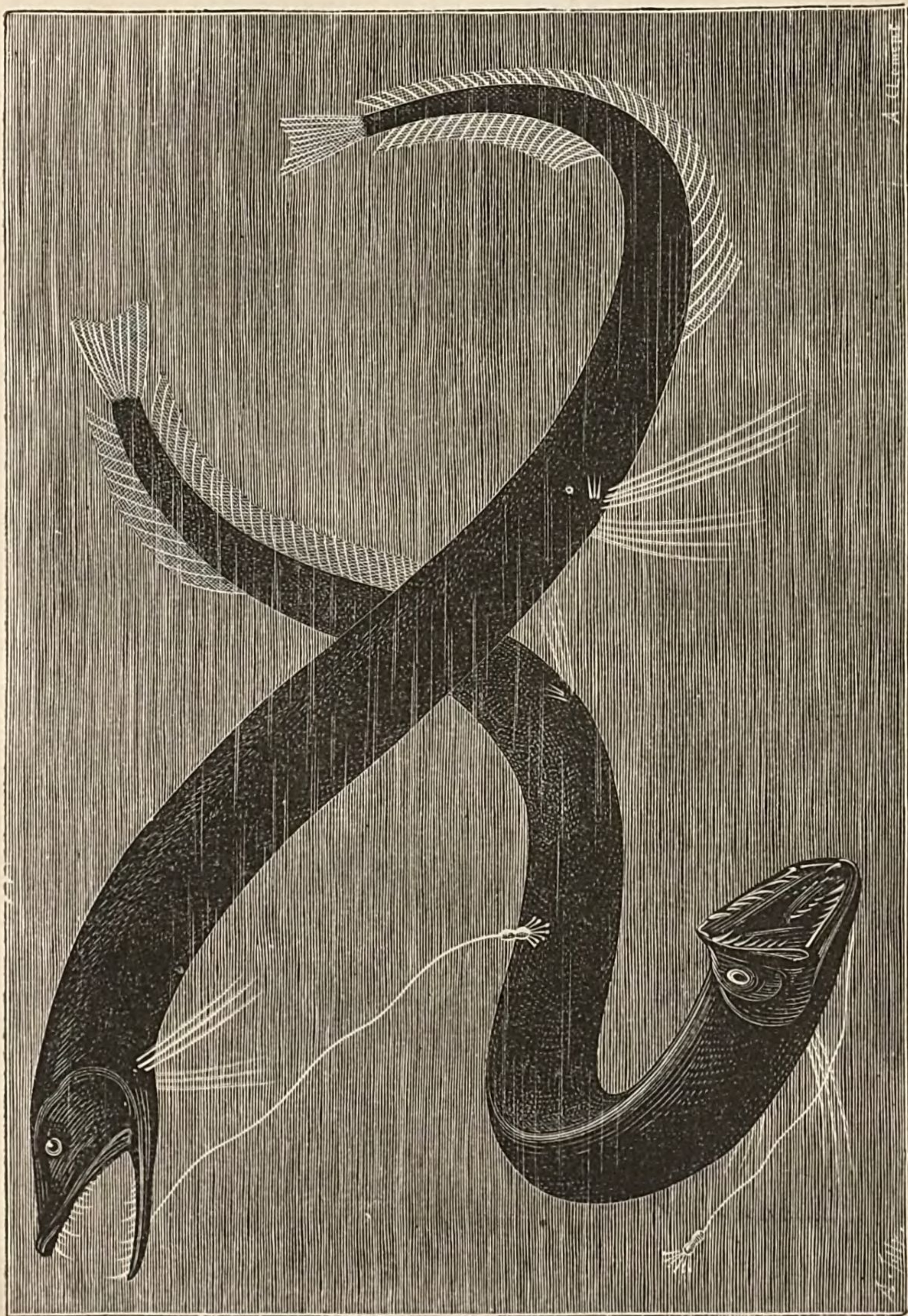


Fig. III. *Eustomias obscurus*, aus einer Tiefe von 1500 Faden.

zu der Annahme, daß der Atmungsprozeß in der Tiefe ein weniger energischer als an der Oberfläche sei und daß der Aufenthalt in der

niederen Temperatur der abyssischen Zonen einen anderen Einfluß auf Cirkulation, Atmung, Assimilation und Abscheidung ausübe als in den höher gelegenen, doch könnte man nicht mutmaßen, worauf dieser Einfluß eigentlich beruhe und wie er wirke. Leicht möglich! — indessen man könnte auch denken, daß der Sauerstoffverbrauch in den großen Tiefen leichter, d. h. daß das Tiefseewasser eine größere, leichter verwertbare Menge dieses Gases enthalte und daß dafür eine Reduktion der Atmungswerkzeuge eintreten könne.

Die Schwimmblase ist in der Regel aus früher entwickelten Gründen bei den gefangenen Tiefseefischen zerrissen, also einer näheren Untersuchung unzugänglich geworden, es scheint aber, daß bei manchen besonders entwickelte Muskelapparate zur Regulierung ihres Volumens vorhanden sind. Eins läßt sich aber konstatieren, daß der Aufenthalt in abyssischen Regionen ohne entscheidenden Einfluß auf das Vorhandensein oder Fehlen der Schwimmblase ist: sie findet sich bei jenen Arten, deren nächste, das leichtere Wasser bewohnende Verwandte sie besitzen, fehlt aber denen, bei deren oberflächlich lebenden Vettern sie vermißt wird.

Die meisten Fische der Tiefsee scheinen sehr räuberisch zu sein, sie zeichnen sich vielfach durch ein weites Maul, furchtbare Zähne und geräumigen Magen aus: ein *Omosudis Lowii*, welcher auf der Challenger-Expedition gefangen wurde, hatte in seinem enorm ausgedehnten Magen einen *Sternoptyx*, der ebenso lang wie sein Verspeiser, dabei aber doppelt so dick war. Auch ein *Saccopharynx* enthielt einen verschluckten Fisch, dicker als er selber.

Meist sind die Gewebe der abyssischen Mitglieder der Fischklasse sehr weich, die Knochen sehr arm an Kalksalzen, mit großen Lücken und Räumen, nur sehr lose miteinander verbunden, und das Muskelfleisch ist schwach und gelatinös, — d. h. so erscheinen die Tiere auf der Oberfläche des Wassers, wenn sie den normalen Druckverhältnissen entzogen sind; unter diesen werden ihre Knochen sicher genügend fest vereinigt und ihre Muskulatur entsprechend elastisch sein, denn von vielen dieser Fische können wir aus dem Bau ihres Körpers und der Entwicklung ihrer Gliedmaßen voraussetzen, daß sie, energischer und anhaltender Be-

wegungen fähig, hurtig herumschwimmen werden, während andere im Schlamm vergraben beutegierig lauernd ihr Dasein verbringen mögen.

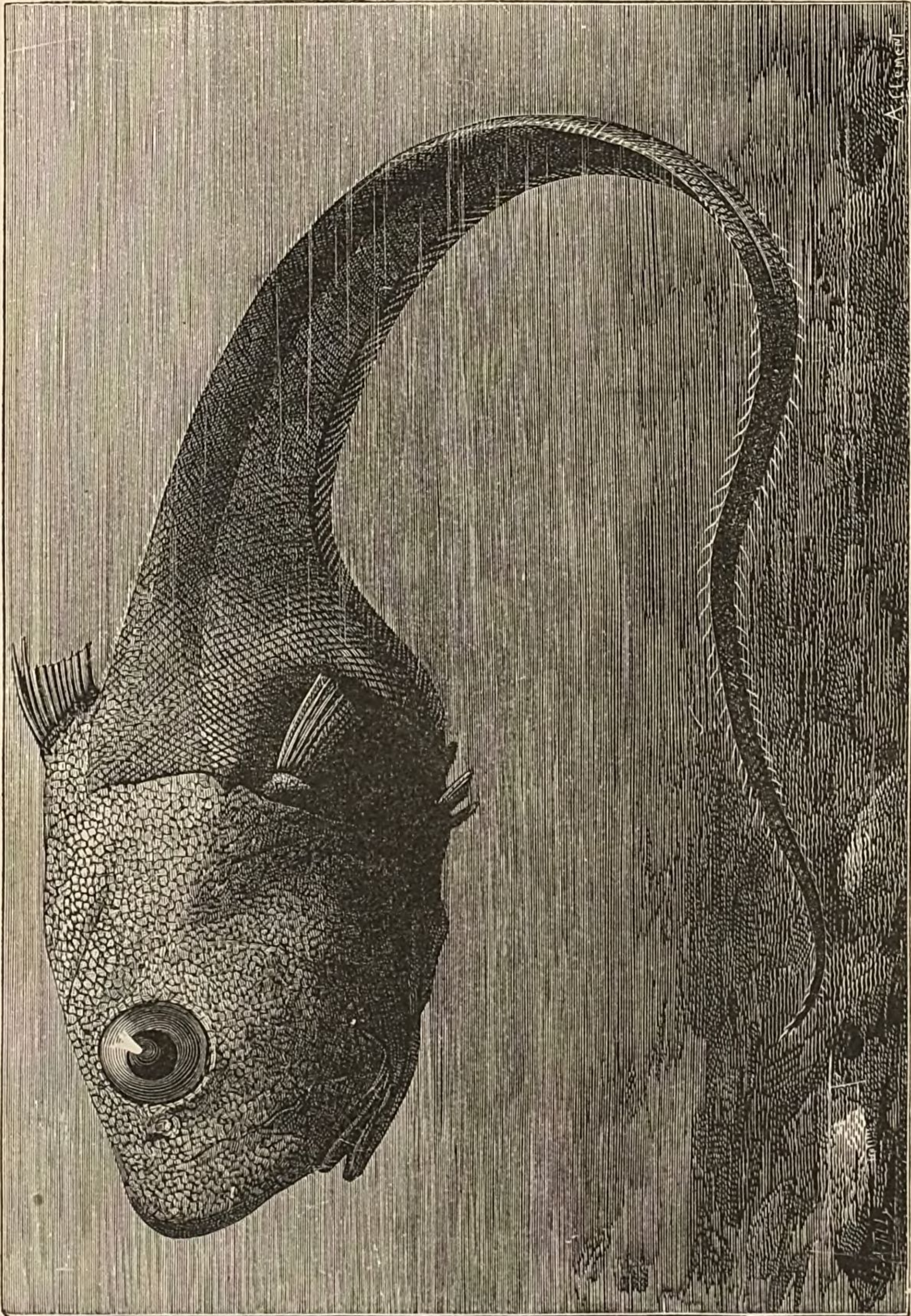
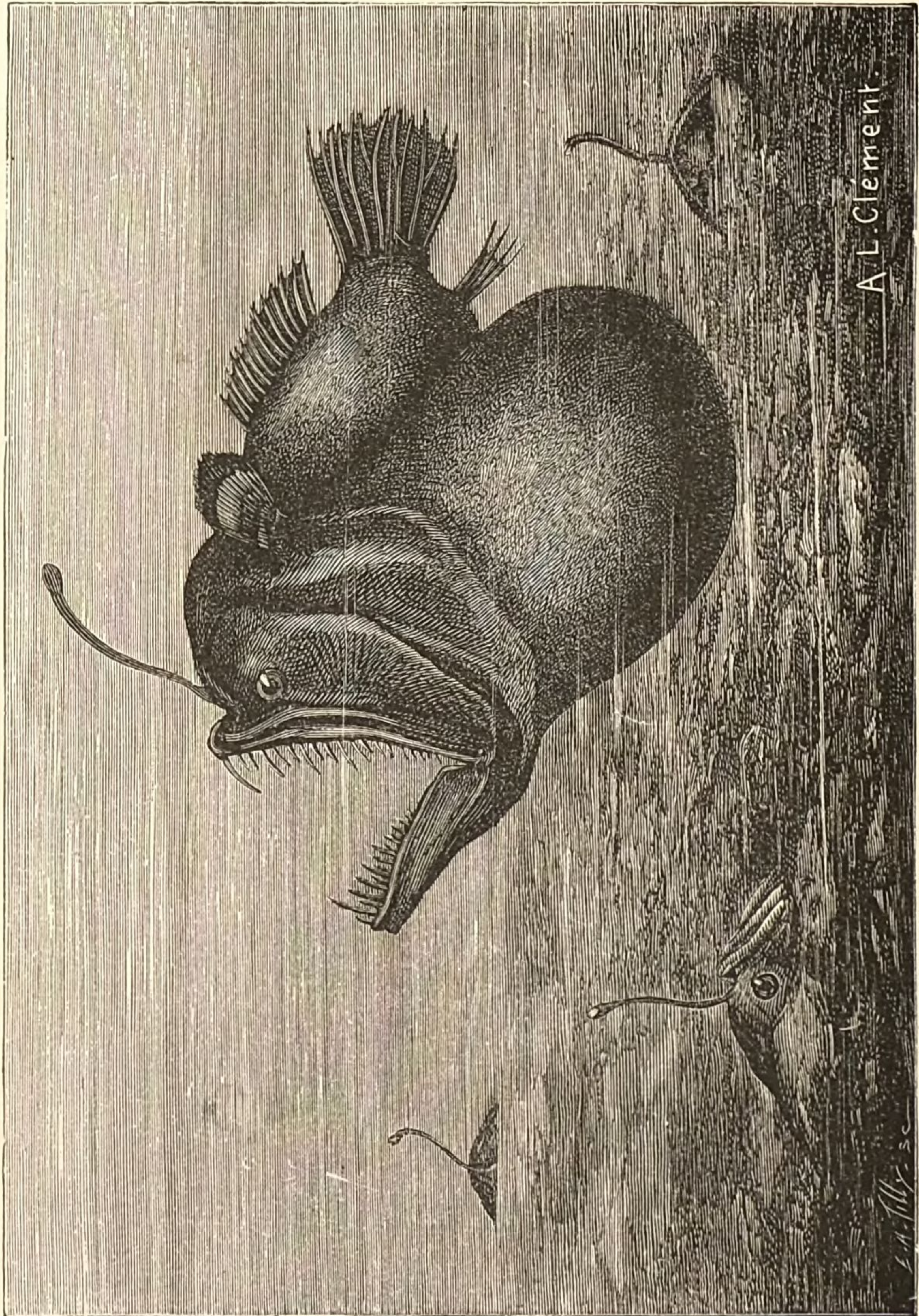


Fig. 112. *Macrurus globiceps*, aus 800—1400 Faden Tiefe.

So mögen die dünnschwänzigen, großköpfigen Macruren (z. B. *Macrurus globiceps* Fig. 112), deren ganze Gestalt keine große Be-

wegungsfähigkeit verrät, — so die plumpen dickbäuchigen Melanoceten (z. B. *Melanocetus Johnstoni* Fig. 113), ihren Stirnanhang als eine



Fig, 113. *Melanocetus Johnstoni*, $\frac{1}{2}$ nat. Gröfse.

Art Angelorgan zum Anlocken anderer Fische hin und wieder bewegend, ihre Tage oder besser ihre lebenslange Dämmernacht durchleben. Sac-

copharynx pelecانoides (Fig. 114), jenes feltfame Monster, das in seiner Gestalt Löffel und Trichter vereinigt, wird auf dem Boden kaum

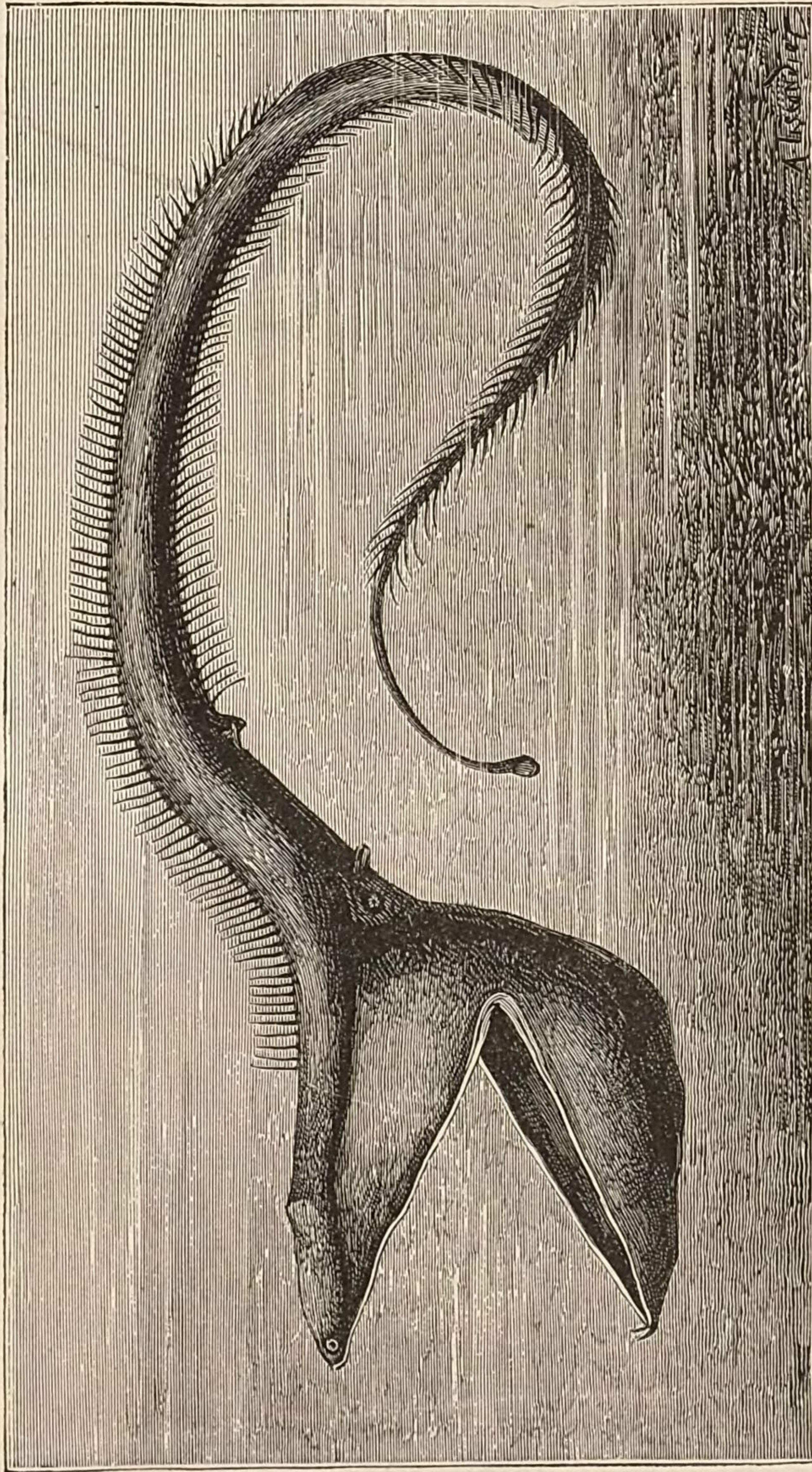


Fig. 114. Saccopharynx pelecانoides, aus zirka 1300 Faden Tiefe

mehr als kriechend sich dahinschlängeln können, es wird aber im Schlamm

versteckt ruhen und fein offenes, fast zahnloses ungeheures Maul aus demselben hervorstreckend, geduldig warten, bis ein Schlachtopfer, der Scylla eines heimtückisch lauernnden Kruftentieres entweichend, der Charybdis dieses furchtbaren Schlundes zu nahe kommt und ihr zum Opfer fällt.

So spielt auch auf dem Boden des tiefen Meeres das Drama des Lebens sich ab: ein ewig wechselndes Werden und Vergehen, Fressen und Gefressenwerden, Hoffen und Fürchten, Lieben und Hassen! Auch in jenen ungeheuerlichen abyssischen Gründen bethätigt sich die Wahrheit des Dichterwortes:

Auf nur zwei Axen rollt das Weltgetriebe;
Sie heißen, Freund: der Hunger und die Liebe.

Register.

	Seite		Seite
A bsorption roter Lichtstrahlen durch		Amazonenstrom führt organische Sub-	
das Seewasser	83	stanz in das Meer	130
Abyla	207	Amblyops	265
Acantharia	153	Amphianthus	187
Acanthin	152	Amphidiskien bei Hyalonematiden . .	168
Accumulator	39	Amphipoda	258
Acalephae	208	Amphiura	227
Achlya penetrans	83	Ancorinidae	166
Actinia bellis 187; plumosa	186	Ankyroderma	219
Actinoloba dianthus	186	Annelides	243
Actinotheca pellucida	187	Annulata	243
Adriaanz	198	Anomalops	315
Agassiz, A., über die Ausbeute des		Anomuren	266. 273
Challenger	19	Antedon	236
Agassiz, L., 20.; über Anpassung der		Antedonin	216
Tiere an dauernde Finsternis	127	Antemorphe elegans	190
Agassizocrinus	226	Antennarius	307
Aglaophenia	200	Anthea cereus	186
Aglaura	203	Anthozoa malacodermata 190; sclero-	
Agnostus	262	dermata	190
Aitken, über Absorption roter Licht-		Antipathes	194
strahlen durch das Seewasser	83	Aphrocallistes Bocagei	177
Aktinien	186	Aphyonus	324
Albert	246	Aplysinidae	163
Alcyonarien	186. 194	Apoda	214
Alcyonocellum speciosum	175	Appendicularia	298
Alecto, Dampfavis	294	Arca	286
Alepocephalus	311	Archaster	233
Algen	130	Architeuthis	294
Allman	200	Arcturus	259
Alter der Tieffeefauna	136	Argonauta	295
Amathia	279	Argyropelecus	317

	Seite		Seite
Armfüßler	251	Benardet	44
Arthropoda	255	Beneden, van	186
Asbjörnfon, P. K.	229	Benthaster	232
Ascandra pinus	162. 164	Bentheuphasia	265
Ascetta primordialis	162. 164	Bergkrankheit	116
Ascidien	297	Bernhardkrebse	273
Asconema setubalense	173	Bert, Paul, Einfluß des Drucks auf Tiere	118
Aspidochirotae	214	Bestandteile des Meereschlammes	47 ff.
Affeln	259	Bewegung der Tieffseetiere	119
Astacus	268	Bianchi f. Plancus.	
Afteroiden	226	Bipinnaria	241
Asteroides calycularis	193	Blake, Expeditionen des	20
Asthenosoma	225	Blinde Fische	324
Astrolabe, Fregatte	294	Boden des Meeres, Bildung	45 ff.
Astrorhiziden	147	Bodenbeschaffenheit des Meeres	43
Atmungsorgane der Tiefseefische	326	Bodenströmungen	67
Atolla	210	Boguslawski, v., über Verteilung der Meerestiefen	43
Aufguslinge f. Infusoria.		Bonellia	250
Auge f. Sehorgane.		Boreomysis	264
Aulocystis	168	Botellina indivisa	149
Aurelia	210	Brachiopoda	251
Aurelia aurita	178	Brachyura	266. 278
Auronekten	205	Brady, H. B.	146
Aufterndredfche	89	Brandt, Carl, über Sinken abgestor- bener Radiolarien	130
Aufternscharrnetz	88	Brandt, J. F.	172
Baillie, C. W., Commodore.	35	Brisinga	229
Balanidae	257	Brookes Tieflot	31
Ball, R., Dredfche	90	Brutpflege bei Echinodermen	142
Bandwürmer	249	Bryozoa	254
Barrieren der Grundströmungen	66	Buchanan, J. Y. 15; über Bathybius 55; Schöpffflasche	71
Bartlett	317	Busk, G.	254
Bathyactis symmetrica	191. 193	Bütschli über Spongien	156
Bathybius Haeckelii	54 ff.	Callodictyon	168
Bathydoris	292	Callozootron mirabile	196
Bathhydraco	312	Calver, Kapitain 13; Dredschquaften	91
Bathygadus	301	Calycimorpha	205
Bathynomus	260	Calymma der Radiolarien	151
Bathyozeanographie	27	Camper	313
Bathypterois	325	Carididae	270
Bathysaurus	311	Carpenter, H. P., über Seelilien	237
Beamtrawl, f. Grundnetz.		Carpenter, W. B. 12; über Bathybius	55
Beccari	146		
Becksia	168		
Beddard, Evers, über Ifopoden	260		
Belemnocrinus	236		

	Seite		Seite
Carteria japonica	172	Coregonus hiemalis f. Kilch.	
Casella f. Miller.		Cortikaten	166
Cattaneo	283	Corymorpha	200
Cephalopoda	293	Cribrella	254
Ceratias	315	Crinoidea	233 ff.
Ceratien f. Plankton.		Ctenophorae	211 ff.
Ceratoisis ornata.	197	Cumaceen	263
Cestoden	249	Cunina	203
Cestus	211	Cuvier	313
Challenger, kgl. engl. Fregatte . . .	15	Cyclops	11
Challenger-Rücken	64	Cystallidae	206
Chalut, le f. Grundnetz.		Cystechinus	225
Chemie des Tieffeewassers	70	Cystisoma	259
Chiton	122	Cytaeis	203
Chitoniden	292	D acrydium	286
Chlamydoselache	304	Dalyell	186
Chlaraspas	264	Dämmerungstiere	122
Chlorophthalmus	311	Danielffen	215
Choristiden	165	Dayman, Leutnant	11
Chun 249, 256; Schliefsnetz 97; über		Decapoda	265
Siphonophoren 207; über Verteilung		Deimatiden	215
der Hydromedusen 203; über ver-		Delphinrücken.	64
tikale Verteilung pelagischer Tiere		Deltocyathus	193
im Mittelmeer 131; f. Petersen, v.		Dendrochirotae	214
Cidariden	220	Detritus, kontinentaler	47
Cimarilea	203	Diatomeen f. Plankton.	
Cirripedia	257	Diatomeen-Schlick	51
Cirroteuthis	295	Dicquemère	186
Cladocarpus	200	Dicranodromia	278
Cladodactyla	219	Dictyoninen	168
Claparède	245	Dinoflagellaten f. Plankton.	
Clark, J., über Spongien	156	Diphyes	207
Claus, über Spongien 156; über Hyalo-		Diplacanthopoma	312
nema	172	Discomedusen	210
Clichna	291	Disconalia	207
Clintock, L. M.	30	Disconekten	207
Clypeastridae	220	Diskaliden	207
Coccolithen u. Coccosphären	47	Dittmar über Kohlensäure im Tieffee-	
Coelenteraten	155 ff.	wasser; über Tieffeethon	52
Coelestinkrystalle bei Radiolarien . .	151	Dodecabostrycha	209
Coeloptychium	168	Donati, Vitalano, über Korallenfischer-	
Coenothyris	253	netze	100
Colossendeis	280	Doridien	292
Comatulidae	234 ff.	Dorynchus	279
Copepoden	256 ff.	Dray-net f. Schwebnetz.	
Coralliopsis Perrieri	196		

	Seite		Seite
Dredfchen	87	Fitzgerald-Lotinstrument	32
Druck in der Tieffee, Einfluß auf die		Fitz-Roy, Tieffeethermometer	58
Tiere	113	Flabellum	193
Dujardin	146	Flohkrebfe	258 ff
du Petit Thouars, Tieffeetemperaturen	58	Floffenfüßer	293
E chinodermata 211 ff.; Brutpflege	142	Fol und Sarafin, über Eindringen des	
Echinoidea	220	Lichts in das Meer	76
Echinothuroiden	225	Folin, Marquis de	22
Echiostoma	314	Foraminifera	145 ff.
Eckhel, von, über Schwammdredfchen	89	Forbes, E., über das Dredfchen 108;	
Eclucius	222	Naturgeschichte der europäischen	
Edelkoralle	194	Meere 137; vertikale Zonen im Meere	229
Edriocrinus	236	Forskålia	207
Edwardsia	189	Freyella	231
Einzeltiere f. Protozoen.		Fufus	292
Elektrifche Fifche	317	G alathea spongicola	177
Elpidia	214	Galatheen	273
Encrinus	236	Galathodes	272
Engelmann, über Funktion des Chromo-		Garneelen	270
phylls	83	Gafe im Tieffeewaffer	73
Engin, Korallenfifchernetz	100	Gazelle	41
Entenmufcheln	257	Gebirge im atlantifchen Ozean	64
Ephyra	184	Generationswechfel bei Quallen	182
Ephyridae	210	Geodiidae	166
Epizoanthus parasiticus	187	Gephyrei	250
Ergasticus	279	Geryonia	203
Errantia	246	Geftalt feffiler Tiere, beeinflufst durch	
Esperiopsis Challengeri	165	Wafferflrömungen	120
Ethusa 279; granulata	124	Giglioli	21
Euchidonia Berkmanni	152	Glanz der Fifche	309
Eucope	265	Glaucunit	48
Euniciden	248	Gleichfüßer	259
Euplectella	175 ff.	Gliedertiere	255
Eustomias	327	Globigerinen-Schlick	49
F angapparate für Tieffeetiere	87	Gnathophausia	264
Farben der Fifche 307; der Ophiuren		Godwin-Austen	137
228; der Tieffeetiere	80, 128	Goniocidaris	222
Filhol, H. 40; über blinde Krebfe		Gorgoniden	196
261; über Brisinga 229; über Tri-		Goffe	186
chaptella	176	Graff v.	249
Fifche 299 ff.; Atmungsorgane 326;		Gray, J. E.	172
blinde 324; elektrifche 317; Färbung		Great Eastern	11
307; Leuchtorgane 314; Seitenlinie		Grundnetz 88; Gewicht beim Aufholen	103
313; Taftorgane	325	Grundflrömungen 66; Barrieren der-	
		felben	66

	Seite		Seite
Guettard, über eine Seelilie	236	Hyalonema Sieboldii 170; toxeres . . .	172
Gümbel, Bestandteile des Globigerinen- Schlicks 49; über Tieffee-Thon 52; über Manganknollen	53	Hydra	181
Günther, A., Fische der Challenger- Expedition	301 ff	Hydra-Lot	35
Guynia	189	Hydrocorallia	200 ff.
Gwyn Jeffreys 14; über Anpassungs- mangel der Tieffeeetiere	121	Hydroidpolypen	199 ff.
H aarsterne	233 ff.	Hymenaster	232
Haarwürmer	249	Hymenodiscus	229
Haeckel, Tieffeequallen 201; über Phy- femaria 149; über Siphonophoren 205; über Spongien 156; vertikale Zonen im Meere	139	Hypobythius	299
Hakendredfschen	102	J acobson	313
Ha'osaurus	311	Janthina	292
Halosphären f. Manganknollen.		Jewells, Th. E., Lot	35
Handlot	28	Ilyodaemon	216
Hapalopoda	271	Infusoria	144
Haplophyllum	189	Jodschwämme f. Aplysiniidae.	
Haplosyllis	246	Johnson, J. Y. 300	300
Harkendredfsche	92	Joseph, über unterirdische Tiere . .	125
Hafsler, Expedition	20	Ip'nops	315. 324
Henderfon, J. B.	273	Isidigorgia Pourtalesii	196
Henzen, über Plankton	131	Isidinen	197
Herdman, über Ascidien	298	Isopoda	259
Hering	303	K abel	10
Herkunft der Tieffeeetiere	133	Käferschnecke	122. 292
Hertwig, Richard	157	Kalkschwämme	164 ff
Herzigel	220	Kalmar	294
Heteronereis	245	Kammerlinge f. Foraminifera.	
Hexaktinelliden	167	Kaspisches Meer, Tieffeebewohner . .	127
Hippopodius	207	Kellia	286
Hoek, über Cirripeden 258; über Pycnogoniden	282	Kerbert	309
Hogg	186	Kielfüfser	293
Höhlentiere	122	Kilch	113 ff.
Hohltiere f. Coelenteraten.		Klavierdraht als Dredfschleine . . .	92
Holopus Rangii	237	Klavierfahrendraht	33
Holothuriidae	213	Knidarien	178
Holotrypasta	153	Knidoblast	178
Hornschwämme	164	Knidostyl	178
Hüpfertinge	258	Koelliker	197
Hyalinoecia	248	Kohlensäure im Meerwasser . . .	52. 74
Marshall, Die Tieffee und ihr Leben.		Kopffüfser	293
		Koralle, schwarze	194
		Korallenbänke der Tieffee	192
		Korallenfische	307
		Korallenfischernetze	100
		Korallenriffe	193
		Korallen-Schlamm, -Sand	48

	Seite		Seite
Korallineenzonen f. u. Zonen		Lowe, B. F.	300
Korallpolypen	185	Lucernaria	208
Koren	215	Lukfch f. Wolf.	
Kosmischer Staub in Tiefseeablagerungen	52	Lychnaspis polyamistra	152
Krabben	266 ff.	Lyman, Th., über Ophiuren	227
Krabbenfpinnen	279	Lyspognathus	279
Kraken	294	Lyffakinen	168
Krebs fchmarotzend in Euplectella.	177		
Kropffelchen f. Kilch		Macrura	266
Lacaze-Duthiers über Korallen	196	Macrurus	301. 312. 329
Laetmogone	217	Madreporen	190 ff.
Lamellibranchiata	283 ff.	Magnus, Olaf	294
Laminarienzonen f. u. Zonen		Mal di Puna f. Bergkrankheit.	
Leda	286	Malacephalus	301
Leeuwenhoek	144	Malacosteus	315. 319
Lendenfeld, v., Leuchtorgane der Fische	317 ff.	Malacostraca	256 ff.
Leonura	211	Malletia	286
Lepadidae	257	Mallotus	303
Leptocariden	258	Malm, Hakendredfche	102
Leptocephaliden	307	Manganknollen	53
Leptopenus	191 193	Manteltiere	297
Leptoptilum	199	Marshallia	168
Lernaea	256	Marfigli, Graf, über Netze der Korallenfcher	100 195
Leuchtende Würmer	323	Maffey-Tiefen-Indikator	37
Leuchtorgane der Fische	314	Maury, M. T. 31; über größte Meeres-tiefen	75
Leuckart, R. 55; über Spongien	156	Meer 75; Tiefe 27. 43; Bodenbefchaffenheit 43; Bildung des Bodens	45 ff.
Leydig, über Entstehung der Sehorgane	121	Meeresleuchten	81
Licht, Eindringen deffelben in das Meer	75	Meeresfchlamm	48 ff.
Lichtverhältnisse der Tiefsee	80	Megalasma	258
Lightning, Kanonenboot	12	Megalocercus	298
Lima	286	Mehrzelltiere f. Metazoen.	
Limopsis	286	Melanocetes	330
Liponema multiporum	190	Menge der Tiefseethiere	107
Liriope	203	Metacrinus	239
Lithistidea	168	Metazoen	143
Lithodes	276	Microptilum	199
Lithologie, submarine	44	Miers	279
Lituoliden	147	Miliolina subrotunda	149
Lizzea	203	Milleporida	203
Lodd	303	Miller-Casella, Tiefseethermometer	58
Lophohelia prolifera	192	Milne Edwards, A. 22; verbesserte Tiefseethermometer	62
Lorenzini	313		
Lotapparate	27. 41		
Lowe, Rede im Haus der Gemeinen	15		

	Seite		Seite
Milne Edwards, Henry	22	Neotanaïs	259
Milnes Marshall, Hakendredliche . . .	102	Nereïs	243. 245
M'Intosh	247	Nesselbatterien	178
Moebius, über Bathybius	56	Nesselorgane der Coelenteraten . . .	178
Mohn, H.	21	Nesseltiere	178
Mollusken	283 ff.	O ctomeralia	209
Monactinellidae	164 ff.	Oechoris	292
Monocaulus	200	Oerstedt	245
Monotrypasta	153	Oestrella	257
Monro	313	Oken, f. Urfschleim.	
Moostierchen	254	Omofudis	328
Moseley, H. N. 15; über die Tieffee		Onchidium	122
120; über Druckverhältnisse in der		Oneirophantes	217
Tieffee 69; über Lichtverhältnisse		Ooze, f. Schlick.	
in der Tieffee 80; über eine japani-		Ophiacanthus	227
sche Dredfsche 88; über Sinken der		Ophiermus	227
Tierleichen im Meere 130; über		Ophiocamax	227
Verteilung der Tieffee fauna 141;		Ophiocreas	227
über Stylaster 204; über Ipnops .	315	Ophiomusium	227
Müller, O. T. 248; Dredfsche . . .	89. 106	Ophioplinthus	227
Muraeniden laichen	303	Ophiotrochus	227
Murray 15; über Meeresboden 44; über		Ophiuridae	227
Tieffee-Thon 52; über Eindringen		Opotomias	315. 317
des Lichts in das Meer 81; über		Ordigno, Quastennetz der Venetianer .	101
blaue Tieffee fische	311	Osculosa, f. Monotrypasta.	
Muschelkrebse	255 ff.	Ostracoda	255
Muscheln	283 ff.	Ovid über Korallen	195
Mylius	198	Owen, R., über Euplectella	175
Myzostomiden	249		
N achttiere	122	P achygaster	273
Nacktschnecken	292	Pachystomias	315. 317
Naïs	244	Paelopatides	219
Nares, S. George, Kapitän	15	Paguriden	273
Nassellaria	153	Palmier marin, eine Seelilie	236
Natica	291	Palomba, Kapitän	97
Naturgeschichte der europäischen Meere		Palythoa	177
von Forbes	137	Pantopoden	279
Nauphanta	210	Papierboot	295
Nautilus	135. 296	Paraktinien	189
Nebaliopsis	258	Patentblock	39
Negretti-Zambra, Tieffee thermometer .	59	Pavonaria	197 ff.
Nematocarcinus	270	Pectanthus	202
Nematoden	249	Pectis	202
Nemertinen	250	Pectyllis	201
Neostoma	310	Pedata	214

	Seite		Seite
Pelagia	211	Polypen	178 ff.
Pelagiden	211	Polypomedusen	199
Pelosina	148	Polyprion	302
Peniagone	217	Polysiphonia	189
Pennatuliden	197	Polystomidium	189
Pentacrinidae	234	Pontoppidan	294
Periphema	209	Pontostratiotes	256
Periphylla	209	Porcellanasteriden	233
Perlboot	296	Porcupine	13
Perrault	313	Porulofa, f. Holotrypasta.	
Perrier 22; über Druckverhältnisse in der Tiefsee 69; über Leuchten und Geruch von Freyella	229	Pouchet über Lichtverhältnisse in der Tiefsee	80
Peterfen, v., Schliefsnetz	97	Pourtalès, Graf 20 90.	224
Peterfen, von, und Chun, submarines Photometer	78	Pourtalesia 221.	226
Peysonnel über Korallen	195	Praxillinicola	256
Pflanzen, vertikale Verteilung im Meere	82	Preyer über Ophiuren	227
Phaeodaria	153	Promachocrinus	239
Phascolion	250	Protocaulon	199
Phascolosoma	250	Protozoen	143
Pheronema Parfaiti	172	Pseudomma	265
Phormosoma	226	Pseudorhombus	312
Phosphoreszenz 82; der Tiefseetiere	128	Psolus	219
Photometer, submarine	76	Psychropodiden	215 ff.
Photonectes	315	Pteropoda	293
Phryganiden-Gehäuse	148	Pteropoden-Schlick	51
Phycis	317	Ptychogena	202
Phymosoma	250	Pycnogoniden	279
Physalia	178	Pylocheles	276
Phyfemarien	149	Q uallen 178; als Heilmittel	178
Phyfophora	207	Quastendredfche 91.	101
Phyfophoren	205	Quatrefages über leuchtende Würmer.	323
Pigmentzellen der Fische	309	Quellen, unterseeische	53
Pilulina	148	Quoy und Gaimard über Riesen-Cepha- lopoden	294
Placostegus	248	R ädertierchen	254
Plakinidae	166	Radiella Sarsii	165
Plancus	146	Radiolaria 145.	149 ff.
Plankton	131	Raja	312
Planula	183	Rankenfüßer	257 ff.
Pleuronectes	312	Rathbun, E.	21
Plumularien	200	Reckadero, Hakendredfche auf Zebu .	102
Poliopogon	169	Redi	313
Polychaetae	243 ff.	Regalecus	300
Polychetes	266	Registrierapparat bei Tiefseelotung .	41
Polyopis	189		

	Seite		Seite
Regnard, Einfluß des Drucks auf Tiere	118	Schlangensterne	227
Renillidae	197	Schleimkanäle der Fische	314
Rhabdammina	147	Schlick	49
Rhabdocalyptus	169	Schliefsnetz von v. Peterfen	97
Rhabdolithen und Rhabdosphären	47	Schlingfähigkeit der Tiefseefische	328
Rheoplax nodulosa	149	Schnecken	289
Rhizocrinus	237	Schneider, R., über unterirdische Tiere	124. 125
Rhizopoda	144	Schnurwürmer	250
Rhizostoma	211	Schollen	307
Rhodallidae	206	Schöpfflaschen	70
Rhopalonema	203	Schultze, M. 172; über Euplectellen	175
Rhynchonella	252	Schulze, F. E., über Spongien 156; Hexaktinelliden	169
Rindenschwämme, f. Cortikaten		Schwämme, f. Spongien.	
Ringelwürmer	243	Schwammdredfsche	89
Rinne, kalte	66	Schwebnetz	96
Rippenquallen	211	Schwertfisch	301
Risso	300	Schwimmbläse der Tiefseefische	328
Ross, John, Tiefseetemperaturen	58	Schwimmpolypen	205
Rotatoria	254	Sclerothamnus	169
Rumphius	192	Scopelus	301. 319
Ryder	326	Scotoplana	217
S accopharynx	326. 331	Scyphistoma	183
Sagartia miniata	186	Scyramathia	279
Salabre, Korallenfischernetz	100	Seeanemonen, f. Aktinien.	
Salacidae	206	Seegurken	313
Salenia	224	Seeigel	220
Salmoniden, Laichgeschäft	303	Seelilien	234
Salpen	297	Seepocken	257
Sand, vulkanischer	48	Seescheiden	297
Sandforaminiferen	147	Seeschwämme, f. Spongien.	
Sarasin, f. Fol.		Seesterne	226
Sarcodictyum bei Radiolarien	151	Seewalzen	213
Sarcomatrix bei Radiolarien	151	Sehorgan der Tiefseetiere	121
Sargassomeer	130	Seitenlinie der Fische	313
Sars, M., 11; über Brisinga	229	Selenka	250
Sauerstoff im Tiefseewasser	73	Semele	286
Savi	313	Sergestes	273
Saville Kent, über Spongien	156	Serolis	262
Saxton, Tiefseethermometer	59	Serpula	246
Scalpellum	257	Sicyonidae	189
Scheinfußslinge, f. Rhizopoda.		Siebe zum Sortieren des gedredften Materials	109
Schildigel	220	Siebold, von, über den Kilch	115
Schizopoda	264	Sigsbee, Hakendredfsche	92
Schlamm, grüner, blauer, roter, vulka- nischer	48 ff.		

	Seite		Seite
Sigsbee's Schließcylinder 97; Quaften-		Strahlänge, f. Radiolaria.	
dredfche	101	Strobila	183
Silberglanz der Fische	309	Strömungen, vertikale	65
Siliquaria	290	Strudelwürmer	249
Siphonophoren	204	Studer 205; über Brutpflege bei Echi-	
Sipunculus	250	nodermen	142
Skelette der Radiolarien	152	Stupfen, f. u. Kilch.	
Sminthea	203	Stylasteriden	204
Smith, S. J., über Gehäuse von Am-		Stylocordyla	165
phipoden	259	Süßwasserpölyp	181
Sollas über Spongien	156	Symbiose zwischen Aktinien und Krebsen	188
Spaltfüßer	264	Synapten	214
Spatangidae	220	Syncytium bei Spongien	149
Spence Bate über Embryonen von			
Willemoesia	266	T alisman, franz. Expeditionen des	22
Spinnentiere	279	Tangles, f. u. Quastendredfche.	
Spirula	295	Tardieu's Lot	36
Spongien der Tiefsee 155 ff.; ihre Kör-		Tastorgane der Fische	325
pergestalt beeinflusst durch Wasser-		Technitella	148
strömungen 120; Syncytium	149	Teilbarkeit der Würmer	244
Sporadipoda	214	Temperatur des Bodenwassers	65 ff.
Sprossung bei Coelenteraten	179	Terebella	247
Spumellaria	153	Terebratella	251
Squamipennen	307	Terebratula	253
Stachelhäuter	212	Terrante Nuporato	190
Staub, kosmischer in Tiefseeablage-		Tesserantha	208
rungen	47. 52	Tethya	167
Stebbing über Amphipoden	259	Tetractinellidae	165
Steenstrupia	200	Thalamophora, f. Foraminifera.	
Steginusa	202	Thaumastocheles	268
Steil-Rofs' Tiefseepinzette	30	Thaumatocrinus	239
Steindachner	20	Théel, H.	214
Steinschwämme, f. Lithistiden.		Themse führt organische Substanz in	
Stelleridae	227	das Meer	130
Stellettidae	166	Thermometer 56; Sixfches 57; von	
Stenson	313	Miller-Casella 58; von Saxton 59;	
Stephalia	206	von Negretti-Zambra	60
Stephanactis	187	Thibaudier's Lotapparat	40
Stephanotrochus	192	Thomson's, William, Lot	55
Sternoptyx	317	Thompson, W., über Pentacrinus eu-	
Sternwürmer	250	ropaeus	235
Stichopoda	214	Thon, roter	50. 52
Stimpson, W.	90	Thoracostraca	263
Stoffwechsel der Tiefseetiere	129	Tiefe, des Meeres 27; größte	43
Stomias	318	Tiefsee, Druckverhältnisse in dersel-	
Storthosphaera	148	ben 69; Moseley, über dieselben	

	Seite		Seite
ebd., Perrier ebd.; Wyville Thomson		verhältnisse der Tiefsee 80; über	
ebd.: Chemie	70	Farben der Tiefseetiere ebd.	
Tiefseefauna, Alter 136; Herkunft . . .	133	Verruca	258
Tiefseefische, Atmungsorgane 326;		Verteilung der Tiere im Mittelmeer .	131
Schlingfähigkeit 328; Schwimmblase 328		Voeringen, norweg. Expeditionen des .	21
Tiefseepinzette	30	Vorkommen, massiges, der Tiefseetiere	107
Tiefseetemperaturen	56 ff.	Vosmaer über Spongien	156
Tiefseethermometer	56 ff.		
Tiefseetiere, Fang 87; Menge 107;		W agner, R.	313
Verbreitung 133; Farben derselben	80	Wallich, Stoffwechsel im Meere . .	129
Tiefseewasser, Chemie 70; Elemente		Wandern der Fische	303
derselben 72; Gase	73	Washington, kgl. ital. Fregatte . . .	22
Tiefsee-Wasserschöpfer	70	Wasser, bewegtes, Einfluss auf die Ge-	
Tow-net, f. Schwebnetz.		stalt sessiler Tiere	120
Trachomedusen	203	Watson, R. Bogg	289
Trachypterus	300	Wild, J. J.	15
Travailleur, franz. Expedition des . .	22	Willemoes-Suhm v. R.	15
Trawl-net, f. Grundnetz.		Willemoesia	266
Trembley	244	Wilson, E. B.	282
Treviranus, G. R.	313	Wirbeltier-Reste auf dem Boden der	
Trezzola, f. u. Quastendredfsche.		Tiefsee etc.	54
Trichaptella elegans	176	Wolf und Lusk über Eindringen des	
Triforis	290	Lichts in das Meer	75
Trilobiten, blinde	262	Würmer 242; leuchtende	323
Trinucleus	262	Wyville Thomson, Ch., 11; über Ba-	
Tubicolae	246	thybius 55; über Brutpflege bei	
Tubularia	200 ff.	Echinodermen etc.	144
Tunicaten	283. 297 ff.	Wyville Thomson-Rücken	67
Tuscarora, amer. Schiff	41		
Tylaspis	275	X enodermichthys	320
Typhlotanais	259	Xylopagurus	276
Typhlonus	324		
		Y psilothuria	219
U mbellula	198		
Urschleim von Oken	55	Z ambra, f. Negretti.	
Ursprung belebter Wesen	133	Zehnfüßer	265
Urtiere	143	Zoantharien	186
		Zöbitzer über Temperatur des Boden-	
V erbindungsrücken	64	wassers	65
Verbreitung der Tiefseetiere	133	Zonen, vertikale im Meere	137
Vermes	242	Zungenmuschel	135
Verrill über Kraken 294; über Licht-			

Verlag von Ferdinand Hirt & Sohn in Leipzig.

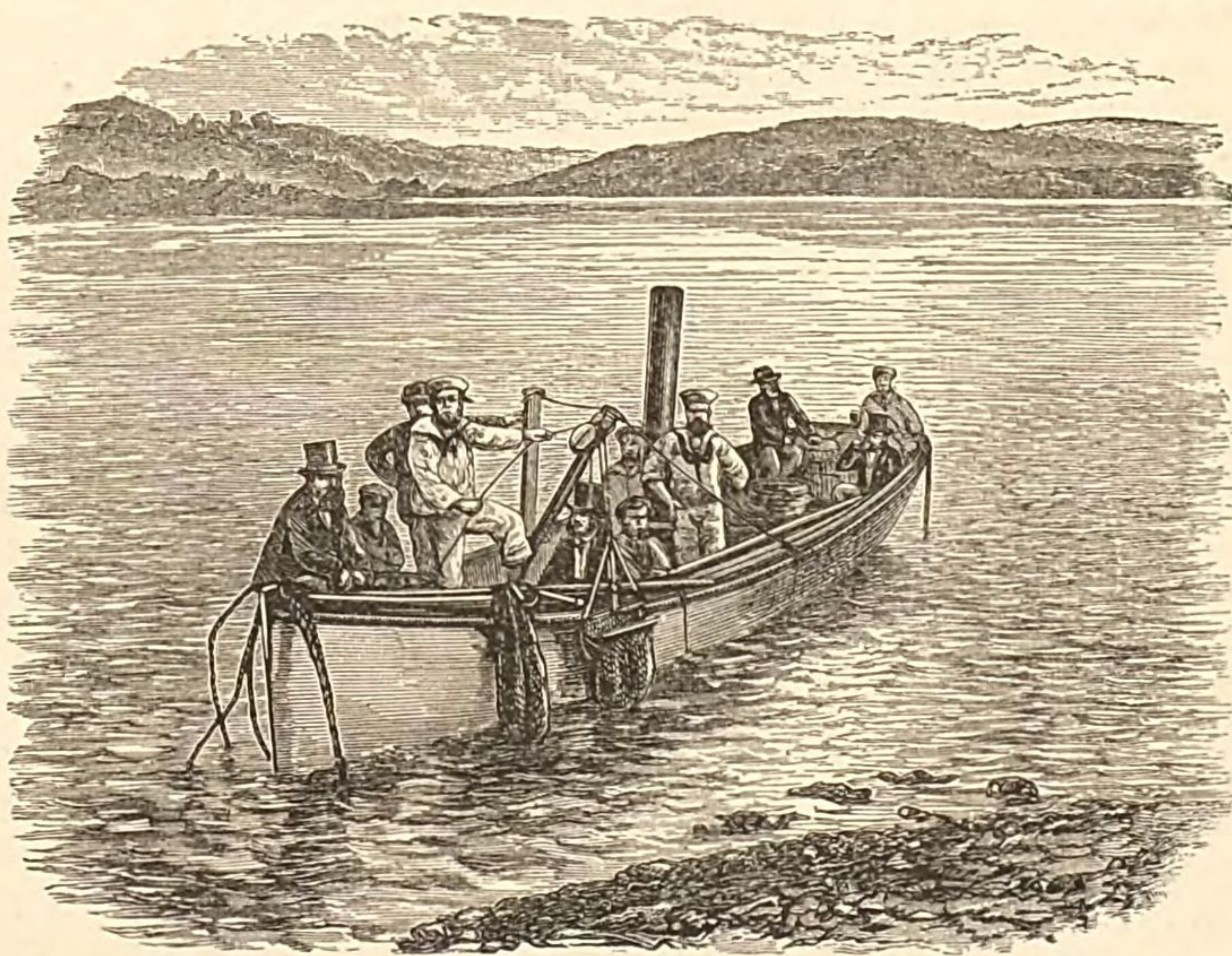
Die Expedition des Challenger.

Eine wissenschaftliche Reise um die Welt.

Von W. Spry, deutsch von H. v. Wobeser.

Mit 12 Tonbildern, 47 Abbildungen im Text und ausführlicher Karte.

Geheftet 12 M. Gebunden 14 M.



719 Tage über und in den Tiefen der Ozeane

haben die Reisenden an Bord des Challenger in 3 bis 4 Jahren 6 Mal über den Aequator geführt, die Hauptresultate und Erlebnisse dieser großartigen Expedition, besonders der Erforschung der Meeresstiefen gewidmet, werden in populärer, gewandter Form vorgeführt. Besonders wichtig in der deutschen Übertragung ist die gemeinverständliche Wiedergabe der technischen Ausdrücke, welche das englische Original auch für den der englischen Sprache sehr Kundigen oft fast ungenießbar machen.

Es sind von dem Werke nur noch wenige Exemplare vorrätig.

Verlag von Ferdinand Hirt & Sohn in Leipzig.

Soeben ist folgendes, wichtige Reisewerk erschienen:

Samoafahrten.

Reisen in Kaiser Wilhelms-Land und Englisch-Neu-Guinea in den Jahren 1884 und 1885 an Bord des deutschen Dampfers „Samoa“ von Dr. O. Finsch.

Mit 85 Abbildungen nach Originalskizzen von Dr. Finsch, gezeichnet von M. Hoffmann und A. v. Roessler, 6 Kartenskizzen und dem Porträt des Verfassers.

Geheftet 12 M. Gebunden 14,50 M.

Zu dieser gemeinverständlich geschriebenen Reisebeschreibung des bekannten Verfassers ist — einzeln käuflich — erschienen ein wissenschaftlicher Atlas, dessen Titel und Text in 3 Sprachen, deutsch, englisch und französisch abgefaßt ist:

Ethnologischer Atlas.

Typen aus der Steinzeit Neu-Guineas, in 154 Abbildungen auf 24 lithogr. Tafeln, nach Originalen gezeichnet von O. und E. Finsch. Mit erklärendem Text. Preis gebunden 16 M.

Folgende ältere Werke seien geneigter Beachtung empfohlen:

Nach den Victoriafällen des Bambest.

Von Eduard Mohr.

Mit Porträt des Verfassers, vielen Abbildungen in Holzschnitt und Farbendruck, Karte und einem kommerziellen und astronomischen Anhang.

2 Bände. Geheftet 20 M. Gebunden 24 M.

Die Eingeborenen Süd-Afrikas,

ethnographisch und anatomisch beschrieben

von Prof. Gustav Fritsch, Dr med.

Mit zahlreichen Holzschnitten, größtenteils nach Originalphotographien und Zeichnungen des Verfassers, 20 lithogr. Tafeln mit Abbildungen von Skelettteilen etc. und einer Karte der Wanderungen der südafrikanischen Völkerstämme.

Hierzu ein

 **Atlas**, enthaltend 60 in Kupfer radierte Porträtköpfe. 

Preis der beiden Bände (gebunden) 75 M.

Verlag von Ferdinand Hirt in Breslau.

Kuben, Prof. J., Das deutsche Land in seinen charakteristischen Zügen und seinen Beziehungen zu Geschichte und Leben der Menschen. Dritte Bearbeitung von Prof. Dr. Koner. Geh. 8 M. Geb. 10,50 M.

Delitsch, Prof. Dr. O., Deutschlands Oberflächenform. Versuch einer übersichtlichen Darstellung auf orographischer und geologischer Grundlage zu leichter Orientierung im deutschen Vaterlande. Mit 3 Karten. 1,60 M.

Avé-Lallemant, Dr. R., Wanderungen durch die Pflanzenwelt der Tropen. 4 M.



Probe der Abbildungen aus Stevens, Um die Erde auf dem Zweirad. II. Teil (Schluß).
(Siehe die folgende Seite.)

Verlag von Ferdinand Hirt & Sohn in Leipzig.

Soeben erschien das nachgenannte Sportbuch:

Jachten, Boote und Kanoes.

Mit besonderer Berücksichtigung der Modell-Jachten und des Einzel-Segelns.
Nach **C. Stansfeld-Sicks** übersetzt von
Dr. **W. Wiese**, Navigationschul-Direktor. Mit zahlreichen Abbildungen und Bauweisen
von Modelljachten, sowie von verschiedenen sich für Liebhaber eignenden Fahrzeugen.
Gebunden 12 M.

Reiseschilderungen der Weltumseglerin Lady Annie Brassey,

für das deutsche Publikum bearbeitet von **A. Heims**:

Eine Familienreise von 14000 Meilen in die Tropen und durch die Regionen der Passate. Mit 290 Abbildungen u. 7. Karten. In Prachtband 8,50 M. Geheftet 6,60 M.

Sonnenschein und Sturm im Osten. Seefahrten und Wanderungen vom Hyde-Parc zum goldenen Horn. In Prachtband 8,50 M. Geheftet 6,60 M.

Eine Segelfahrt um die Welt. Pracht-Ausgabe. Gebunden 15 M. Geheftet 12 M. — Billige Ausgabe. (Fünfte Auflage) Gebunden 8,50 M. Geheftet 6,60 M.

Die Schriften der kürzlich auf hoher See verstorbenen kühnen Weltumseglerin **Lady Brassey** sind in Deutschland nicht minder günstig aufgenommen worden, als in England. Die inhaltliche Gediegenheit, wie auch die vornehme Ausstattung haben diese, in vielen Auflagen vorliegenden Bücher allenthalben in den gebildeten Familien heimisch gemacht.

Schriften von **H. G. Heims**, Kaiserl. Marinepfarrer.

Unter der Kriegsflagge des Deutschen Reichs.

Erste Reihe:

Rund um die Erde. Bilder und Skizzen von der Weltreise S. M. S. „*Elisabeth*“ (1881 — 1883). Mit mehreren Karten der Reise. Zweite Aufl. Sehr reich gebunden 8 M., geheftet 6 M.

Zweite Reihe:

Kreuzerfahrten in Ost und West. Bilder und Skizzen von der Reise S. M. Kreuzer-Korvette „*Nymphe*“ (April 1884 bis Oktober 1885). Sehr reich gebunden 8 M., geheftet 6 M.

Aberglauben, Märchen u. Schnurren in Seemannskreisen gesammelt u. bearbeitet.

Seespuk.

Illustriert von **Joh. Gehrtz**. Reich gebunden 6 M., geheftet 4,50 M.

Das außergewöhnliche Erzählertalent des Marinepfarrers **Heims** dürfte genugsam bekannt sein. Seine Schilderungen sind wahr und lebensrein und verdienen wegen ihres für Jung und Alt belehrenden Inhalts die allgemeinste Beachtung.

Der im Vorjahre erschienene erste Teil des folgenden, originellen Reiseswerkes liegt bereits in dritter (unveränderter) Auflage vor:

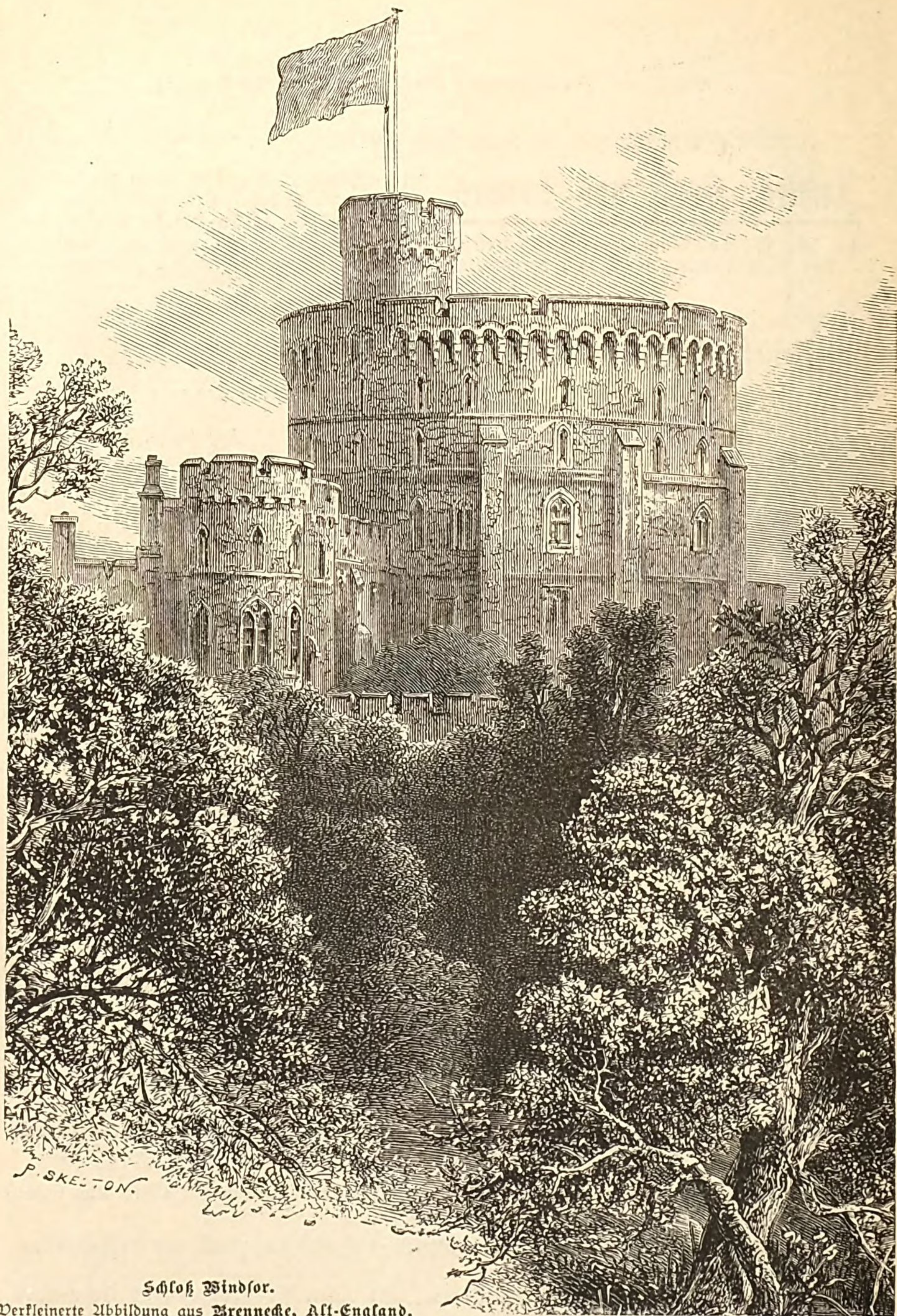
Um die Erde auf dem Zweirad.

Nach dem Englischen des **Th. Stevens**, übersetzt von Dr. **F. H. Schröter**.

Teil I: **Von San Francisco nach Teheran.** Mit Porträt des Verfassers und vielen Abbildungen im Text. Reich gebunden 8,50 M.

Soeben erschien der Abschluß dieses Werkes, das auch außerhalb der Radfahrerkreise das lebhafteste Interesse gefunden hat:

Teil II: **Von Teheran nach Jokohama.** Mit vielen Abbildungen und Gesamtkarte der Reise. Reich gebunden 8,80 M.



Schloß Windsor.
Verkleinerte Abbildung aus Brennecke, Alt-England.
(Siehe die folgende Seite).

Verlag von Ferdinand Hirt & Sohn in Leipzig.

In mehr als 13,000 Bänden hat folgendes Prachtwerk bereits Verbreitung gefunden:

Nordland = F a h r t e n .



Malerische Wanderungen durch Norwegen u. Schweden, Irland, Schottland, England, Holland u. Dänemark.

Mit besonderer Berücksichtigung von Sage und Geschichte, Literatur und Kunst
geschildert durch Prof. Dr. Adolf Brenneke, Francis Broemel, Friedrich von Hellwald, Dr. Hans
Hoffmann, Richard Oberländer, Joh. Prösch u. Dr. Adolf Rosenberg.

Mit mehreren Hunderten von Abbildungen nach Originalzeichnungen der hervorragendsten Künstler.
In 4 ganz selbständigen, einzeln käuflichen Bänden. In Prachtband je 20 Mark.

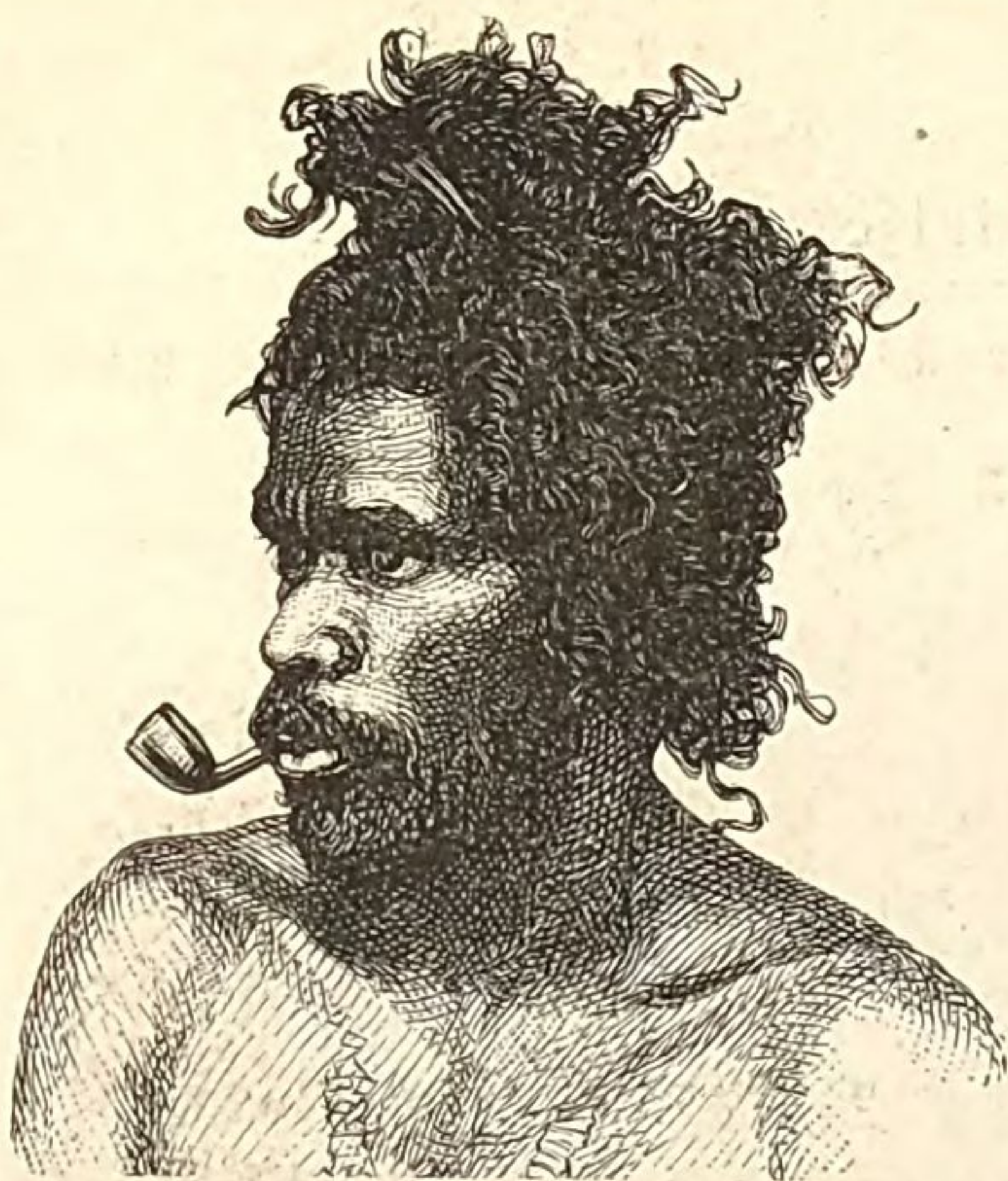
- Band I: **Norwegen, Schweden, Irland u. Schottland.** Einb.: Norweg. Gebirgslandschaft. Zeichn. von C. Römer. 2. Aufl.
Band II: **Wanderungen durch England u. Wales.** Einband: Englische Burgruine. Zeichnung von C. Römer.
Band III: **England und die Kanalinseln.** Einband: Englische Felsenküste. Zeichnung von C. Römer.
Band IV: **Holland und Dänemark.** Einband: Holländische Winterlandschaft. Zeichnung von W. Georgy.

Die bis auf wenige Exemplare vergriffenen Bände II u. III dieses Unternehmens finden Ersatz durch das folgende, kürzlich in gleicher Ausstattung erschienene Werk:

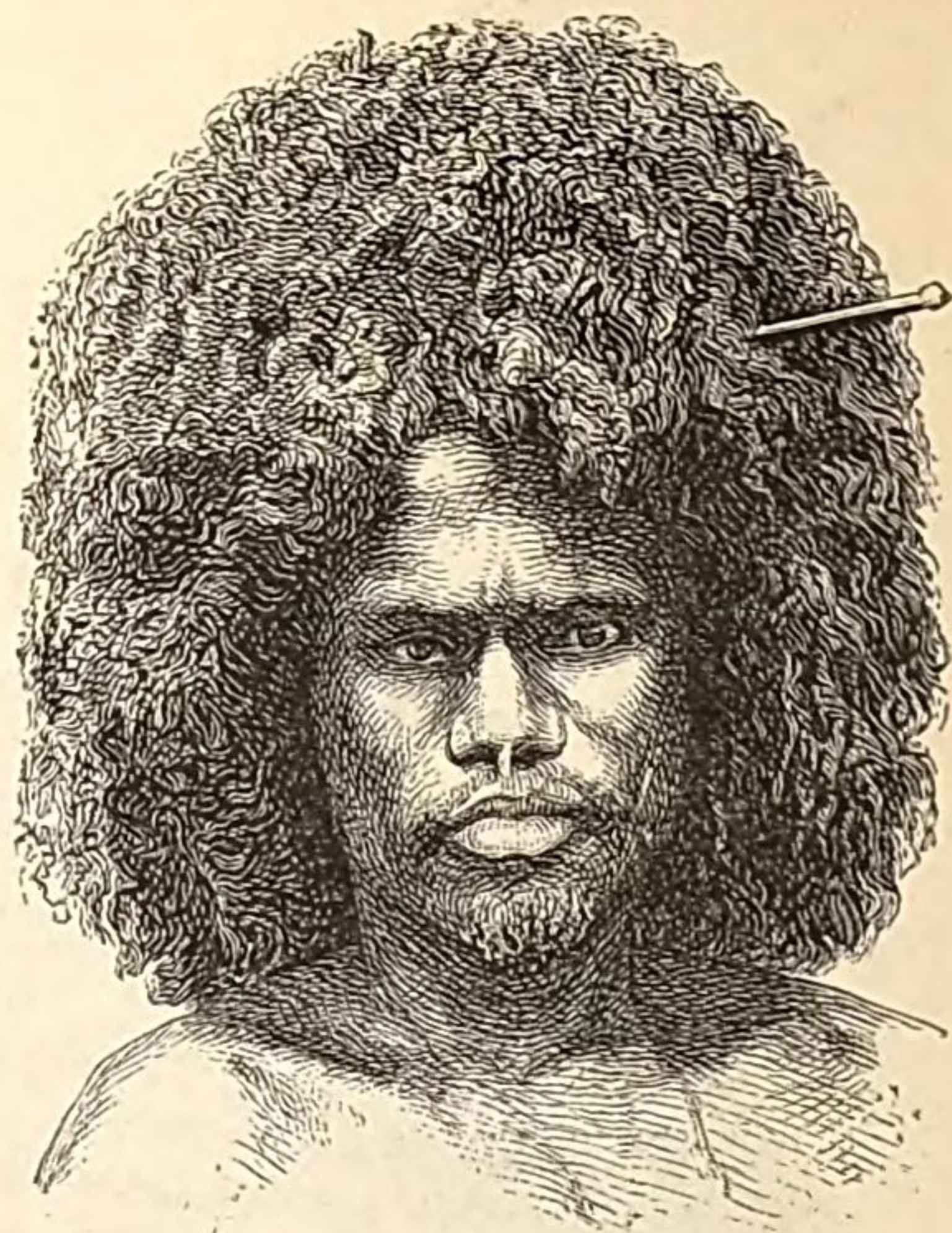
Alt-England.

Eine Studienreise durch London und die Grafschaften zwischen Kanal u. Pittenwall. Von Adolf Brenneke. Mit zahlreichen Abbildungen nach Zeichnungen hervorragender Künstler. Prachtband 20 M.

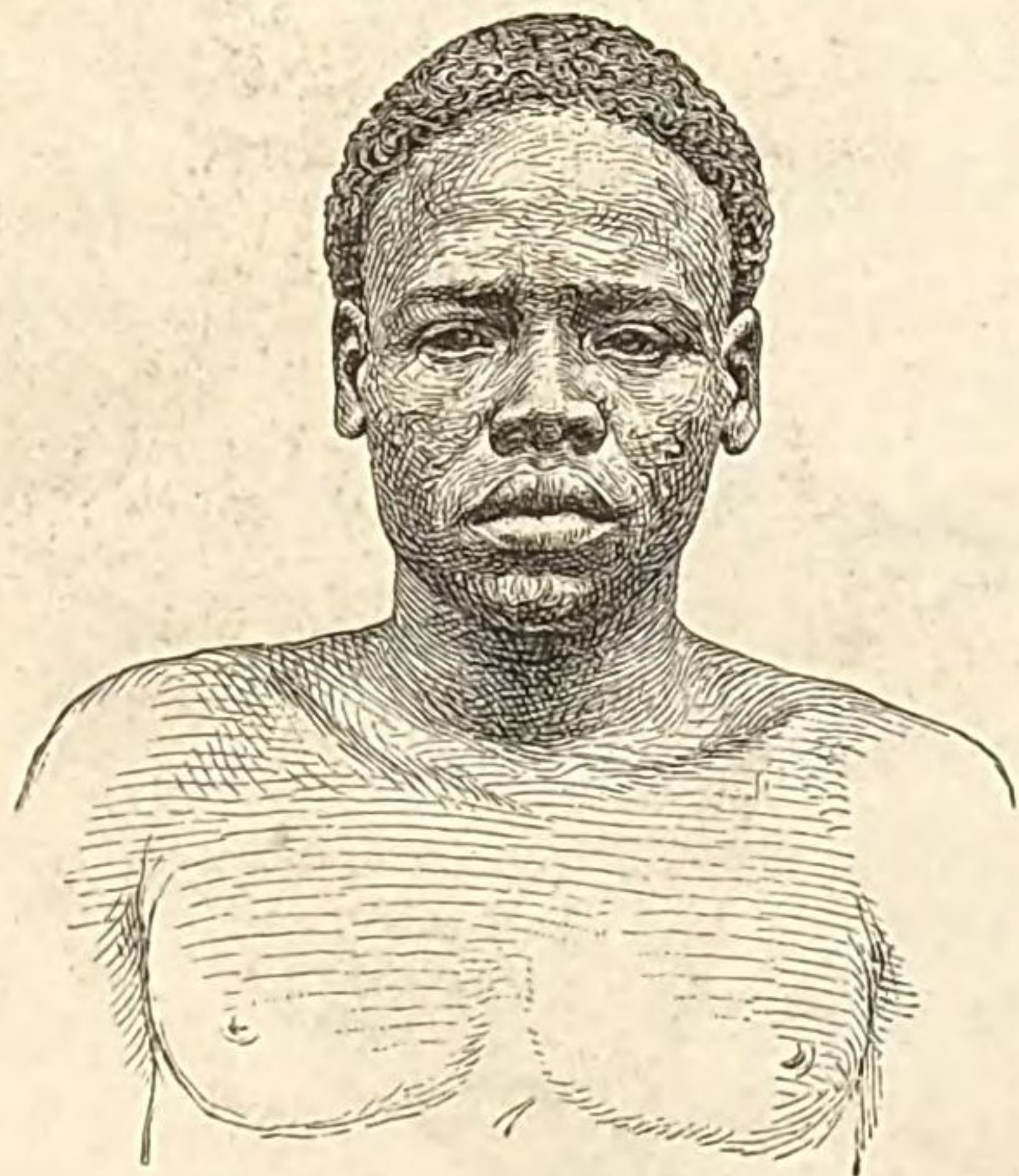
Der Text beschränkt sich nicht auf vereinzelte geographische und geschichtliche Mitteilungen, sondern er bringt in fesselnder Darstellungsweise das geistige, gesellschaftliche und künstlerische Leben, die Entwicklung der Baukunst, die Industrie und den Weltverkehr Englands (mit statistischen Nachweisen) zur Behandlung. Überall sind die neuesten und zuverlässigsten Quellenwerke benutzt worden.



Australneger (Festland).



Papua (Neu-Guinea).



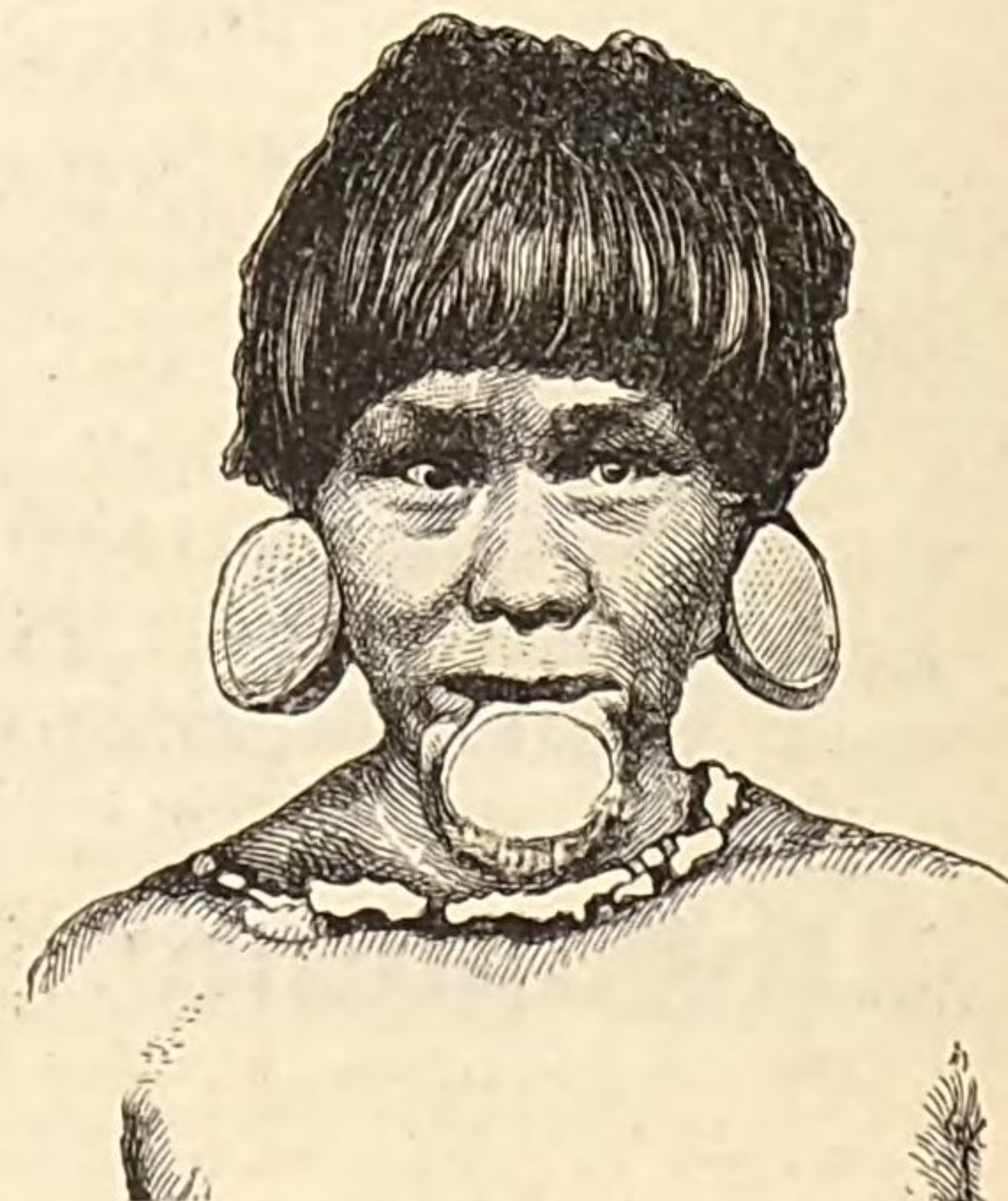
Sudan-Neger (Nord-Afrika).



Buschmann (Süd-Afrika).



Patagonier (Süd-Amerika).



Botokudin (Süd-Amerika).

Geographische und geschichtliche Werke für Jung u. Alt.

Ferdinand Hirts Geographische Bildertafeln.

Für die Belebung des erdkundlichen Unterrichts und die Veranschaulichung der Hauptformen der Erdoberfläche mit besonderer Berücksichtigung der Völkerkunde und Kulturgeschichte, herausgegeben von **Dr. Alwin Oppel** und **Arnold Ludwig**.

Teil I: Allgemeine Erdkunde.

Herausgegeben unter Mitwirkung von
Prof. Dr. G. Fritsch (Berlin), **Dr. G. Leipoldt** (Dresden), **Prof. Dr. R. Perkmann** (Wien), **R. Waerber** (Liegnitz) und vielen anderen hervorragenden Fachmännern.

Mit 319 Abbildungen auf 25 Tafeln.

Zweite Auflage.

Geheftet 3,60 M. Gebunden 4,75 M.

Erläuternder Text 1 M.

Teil II: Typische Landschaften.

Herausgegeben unter Mitwirkung von
F. Hanisch (Wien), **Dr. Karl Müller** (Halle), **Richard Oberländer** (Leipzig), **Prof. Seibert** (Bregenz) und vielen anderen hervorragenden Fachmännern.

Mit einführendem Text und 29 Bogen Abbildungen
178 Landschaftsbilder enthaltend.

Zweite Auflage.

Geheftet 5 M. Gebunden 6,50 M.

Teil III: Völkerkunde.

(In 3 Abteilungen.)

Herausgegeben unter Mitwirkung von
Dr. J. Baumgarten (Coblenz), **E. Bock** (Christiania), **Prof. Dr. Han** (Amsterdam), **F. Hanisch** (Wien), **Dir. Dr. Müller** (Antwerpen), **Prof. Dr. Partsch** (Breslau), **Prof. Seibert** (Bregenz) u. A.



Schiffer aus Neapel. (Aus Teil III. 1. Abt.)

Abteilung 1: Völkerkunde von Europa.

Mit 300 Holzschnitten auf 30 Tafeln u. einem kurzen erläuternden Text. Geheftet 5,50 M. Gebunden 7 M.

Abteilung 2: Völkerkunde von Asien und Australien.

Mit 27 Tafeln Abbildungen und einem kurzen erläuternden Text. Geheftet 6,50 M. Gebunden 8 M.

Abteilung 3: Völkerkunde von Afrika und Amerika.

Mit 31 Tafeln Abbildungen und erläuterndem Text. Geheftet 7 M. Gebunden 8,50 M. (Neu!)

Als ein erweiterter, erläuternder Text zum II. Teile ist erschienen:

Landschaftskunde. Versuch einer Physiognomie der gesamten Erdoberfläche in Skizzen, Charakteristiken und Schilderungen von **Dr. A. Oppel**. Geheftet 12 M. Gebunden 14,50 M.

Umschau in Heimat und Fremde. Ein geographisches Lesebuch von **Prof. Dr. Hentschel** und **Dr. Märkel**. Mit vielen Bildern. Teil I: Deutschland. Geh. 2,50 M. Geb. 3,30 M. Teil II: Europa (Mit Ausschluß des Deutschen Reichs). Geh. 3,60 M. Geb. 4,50 M.

Ein Seitenstück zu den vielverbreiteten „Geographischen Bildertafeln“ bilden:

Ferdinand Hirts Historische Bildertafeln.

Für die Belebung des geschichtlichen Unterrichts
herausgegeben von mehreren praktischen Schulmännern und Gelehrten.

Teil I: Das Altertum bis zum Untergange des Heidentums. 2,50 M.

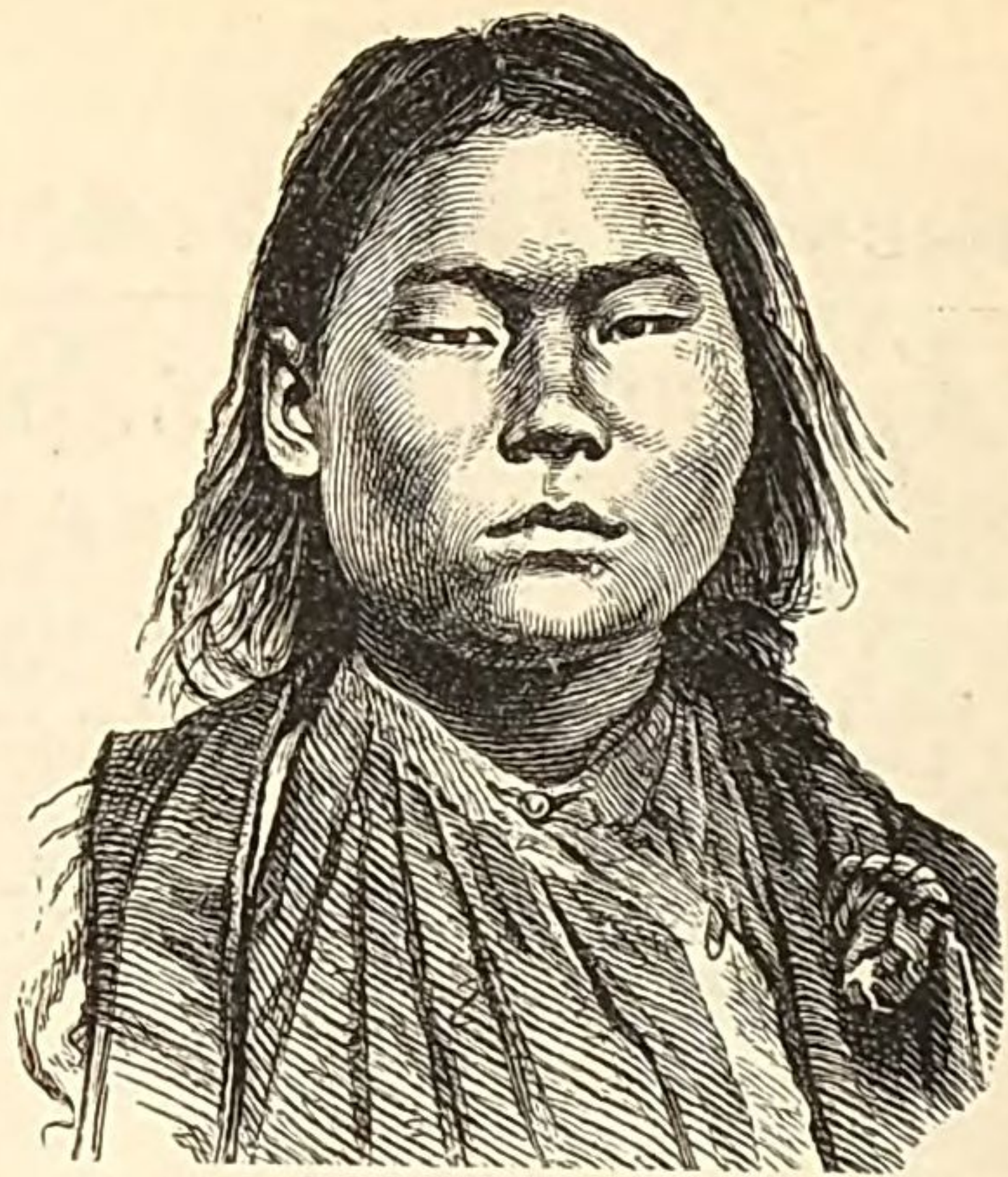
Teil II: Von den Anfängen d. Christentums bis zum Beginn d. XIX. Jahrh. 2,50 M.

Teil I u. II in einem Bande, nebst erläuterndem Text (einzeln 1 M.) geh. 6 M., geb. 7,50 M.

Proben aus Ferdinand Hirtls Geographischen Bilderlatten. (Siehe die vorhergehende Seite.)



Frau von den Tonga-Inseln



Gijal-Frau (Ost-Sibirien).



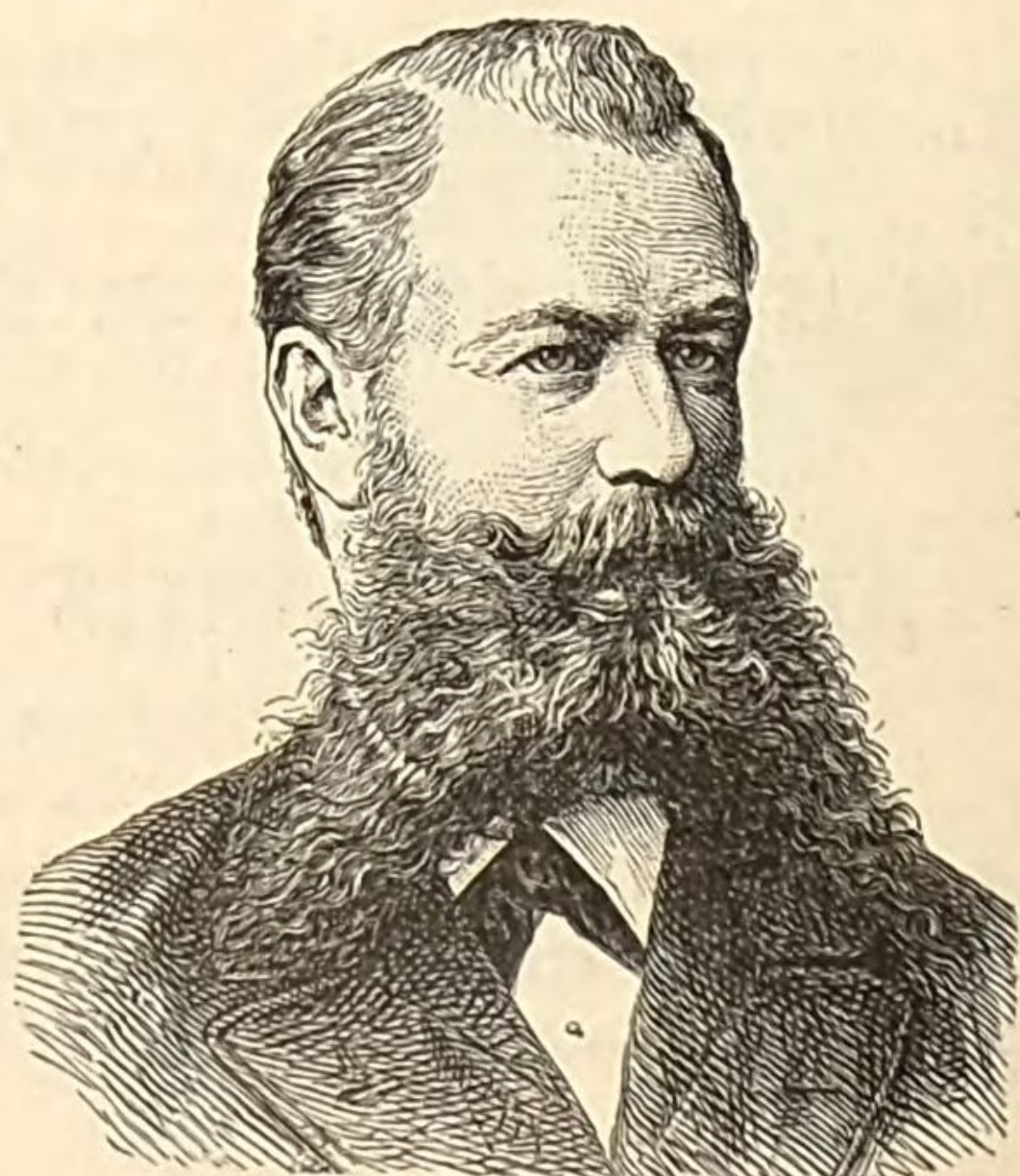
Chiniese.



Araber aus Aden.



Nubier (Nord-Afrika).



Germane.

Nordland-Fahrten.

Malerische Wanderungen durch Norwegen, Schweden, Irland, Schottland, England, Holland und Dänemark. Mit mehreren hundert

der prachtvollsten, meist ganzseitigen Holzschnitte. In 4 selbständigen, einzeln käuflichen Prachtbänden, je 20 Mark kostend.

Bd. I: Norwegen, Schweden, Irland und Schottland. 2. Auflage.

Bd. II: Wanderungen durch England und Wales.

Bd. III: England und die Kanalinseln.

Bd. IV: Holland und Dänemark.

Es sind hiervon bereits mehr als 13000 Bände abgesetzt. Die bis auf wenige Exemplare vergriffenen Bände II u. III dieses Unternehmens finden Ersatz durch das folgende, kürzlich in gleicher Ausstattung erschienene Werk:

Alt-England.

Eine Studienreise durch London u. die Grafschaften zwischen Kanal und Piktenwall. Von **Adolf Brennecke**. Mit zahlreichen Abbildungen nach Zeichnungen hervorragender Künstler. Prachtband 20 Mk.

In dritter (unveränderter) Auflage liegt das folgende, originelle Reisewerk bereits vor:

Um die Erde auf dem Zweirad.

Nach dem Englischen des **Th. Stevens**, übersetzt von Dr. **F. M. Schröter**.

Teil I: Von San Francisco nach Teheran. Mit Porträt des Verfassers und vielen Abbildungen im Text. Gebunden 8,50 M. — Soeben erschien der Schluss des Werkes:

Teil II: Von Teheran nach Jokohama. Mit vielen Abbildungen. Gebunden 8,50 M.

Schriften von **P. G. Heims**, Kaiserl. Marinepfarrer.

Unter der Kriegsflagge des Deutschen Reichs.

1. Reihe:

Rund um die Erde. Bilder und Skizzen von der Weltreise S. M. S. „Elisabeth“ (1881—1883). Mit mehreren Karten der Reise. Zweite Aufl. Sehr reich gebunden 8 M., geheftet 6 M.

2. Reihe:

Kreuzerfahrten in Ost und West. Bilder und Skizzen von der Reise S. M. Kreuzer-Korvette „Nympe“ (April 1884 bis Oktober 1885). Sehr reich gebunden 8 M., geheftet 6 M.

Aberglauben, Märchen u. Schnurren, in Seemannskreisen gesammelt u. bearbeitet.

Seespuk.

Illustriert von **Joh. Gehrts**. Reich gebunden 6 M., geheftet 4,50 M.

Reiseschilderungen der Weltumseglerin Lady Annie Brassey,

für das deutsche Publikum bearbeitet von **A. Helms**:

Eine Familienreise von 14000 Meilen in die Tropen und durch die Regionen der Passate. Mit 290 Abbildungen u. 8 Karten. Geb. 8,50 M. Geh. 6,60 M.

Sonnenschein und Sturm im Osten. Seefahrten und Wanderungen vom Hyde-Park zum Goldenen Horn. In Prachtband 8,50 M. Geheftet 6,60 M.

Eine Segelfahrt um die Welt. Pracht-Ausgabe. Gebunden 15 M. Geheftet 12 M. — Billige Ausgabe. (5. Auflage.) Geb. 8,50 M. Geh. 6,60 M.

Neuigkeiten.

Jachten, Boote und Kanoes.

Mit besonderer Berücksichtigung von Modell-Jachten und des Einzeln-Segelns. Von **C. Stansfeld-Hicks**. Deutsche Ausgabe von Dr. **W. Wiese**, Navigationsschul-Direktor. Mit zahlreichen Abbildungen u. Baurissen von Modelljachten, sowie von verschiedenen sich für Liebhaber eignenden Fahrzeugen. Geb. 12 M.

Die Tiefsee und ihr Leben.

Nach den neuesten Quellen gemeinfasslich dargestellt von Prof. **W. Marshall**. Geh. 7,50 M. Geb. 9 M.

Samoafahrten.

Reisen in Kaiser Wilhelms-Land und Englisch-Neu-Guinea in den Jahren 1884 u. 1885 an Bord des deutschen Dampfers „Samoa“, von Dr. **O. Finsch**. Mit 85 Abbildungen, 6 Kartenskizzen u. dem Porträt des Verfassers. Geh. 12 M. Geb. 14,50 M.

Hierzu ist — einzeln käuflich — erschienen ein wissenschaftlicher Atlas, dessen Titel und Text in 3 Sprachen, deutsch, englisch und französisch abgefasst ist:

Ethnologischer Atlas.

Typen aus der Steinzeit Neu-Guineas, in 154 Abbildungen auf 24 lithogr. Tafeln, nach Originalen gezeichnet von **O. und E. Finsch**. Mit erklärendem Text. Geb. 16 M.



Marshall, William,

Die Tiefsee und ihr Leben nach den neuesten Quellen gemeinfasslich
dargestellt

Leipzig 1888

Phys.sp. 443 n

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11881853-9